

Beyträge
zur nähern Kenntniss
des
Galvanismus
und
der Resultate seiner Untersuchung.

Herausgegeben

von

I. W. Ritter.

Ersten Bandes drittes und viertes Stück.

Mit einer Kupfertafel.

Jena,
bei Friedrich Frommann
1802.

REVUE

ANNUAIRE

1855

CHRONIQUE

1855

ANNUAIRE

REVUE

1855

ANNUAIRE

ANNUAIRE

REVUE

ANNUAIRE

L. W. R i t t e r ' s

Beyträge

z u r n ä h e r n K e n n t n i s s

des

G a l v a n i s m u s.

Ersten Bandes drittes und viertes Stück.

I n h a l t.

I. A. Volta's neuere Untersuchungen über den Galvanismus. In Briefen an Gren. In den Jahren 1796 und 1797. Aus Brugnatelli's Annali di Chimica, T. XIII. und XIV. S. 1 — 106

II. Bemerkungen über den Galvanismus im Thierreiche; vom Herausgeber. Frühjahr und Sommer, 1800. S. 107 — 151

Nachschrift; von demselben. Frühjahr, 1802. S. 151 — 194

III. Von der Galvanischen Batterie, nebst Versuchen und Bemerkungen, den Galvanismus überhaupt betreffend; vom Herausgeber. Sommer 1802. S. 195 — 290

(Wird fortgesetzt.)

Alessandro Volta's
neuere Untersuchungen
über den
Galvanismus.

In Briefen an Gren.

Alfred A. Jones

1890-1891

1891

1892-1893

1893

1894-1895

1895-1896

I.

§. 1.

Man fülle einen zinnernen Becher mit Seifenwasser, Kalkmilch, oder besser, mit mälsig starker Lauge, fasse ihn mit einer oder beyden Händen, die man mit bloßem Wasser feucht gemacht hat, und bringe die Spitze der Zunge auf die Flüssigkeit im Becher. Sogleich wird man die Empfindung von einem sauren Geschmack auf der Zunge, welche die alkalische Flüssigkeit berührt, erhalten. Dieser Geschmack ist sehr entscheidend, und in den ersten Augenblicken ziemlich stark; er verwandelt sich aber bald nachher allmählig in einen von jenem verschiedenen, minder sauren, mehr salzigen und stechenden, bis er endlich scharf und alkalisch wird, so wie die Flüssigkeit mehr auf die Zunge wirkt, und die Wirksamkeit ihres eigenthümlichen Geschmacks, und ihre jetzt mehr entwickelte chemische Thätigkeit mehr und mehr die Empfindung des sauren Geschmacks unterdrückt, der durch den Strom von electrischer Flüssigkeit veranlaßt wird, welcher von dem Zinne zum alkalischen Liquor, von da zur Zunge, und dann durch die Person zur Wasserschicht, und aus dieser wieder zum Zinne, durch eine beständige Circulation übertritt.

§. 2.

Durch eine solche fortdauernde Circulation nemlich erkläre ich, meinen bereits in andern Schriften aufgestellten Grundsätzen gemäß, das gedachte Phänomen, und in der That läßt sich keine andere Erklärung davon geben. Alles bestätigt meine Behauptung, und beweist sie auf tausenderley Weise. Die Berührung verschiedener Leiter nemlich, besonders metallischer, die Kiese und andere Erze, so wie die Holzkohle mit einbegriffen, die ich alle trockene Leiter, oder Leiter der ersten Klasse nenne; die Berührung dieser Leiter, sage ich, mit andern feuchten Leitern oder mit Leitern der zweyten Klasse, erschüttert, sollicitirt oder erregt das electriche Fluidum, und giebt demselben einen gewissen Antrieb. Fragen Sie noch nicht, wie dies geschieht: es ist vor jetzt genug, daß es geschieht, und daß dies eine allgemeine Thatfache ist.

§. 3.

Dieser Antrieb, welchen das electriche Fluidum bey der Berührung jener Körper erhält, er bestehe nun in Anziehung, Abstoßung, oder in was für einem Impuls es sey, ist verschieden oder ungleich, sowohl nach der Verschiedenheit der Metalle, als auch der feuchten Leiter, dergestalt, daß, wo nicht die Richtung, doch wenigstens die Kraft, mit welcher das electriche Fluidum getrieben, sollicitirt wird, da verschieden ist, wo der Leiter *A* an den Leiter *B*, und da, wo er an einen dritten *C* applicirt wird. Jedesmal also, daß man in einem vollständigen Kreise von Leitern entweder einen von der zweyten Klasse zwischen zwey unter einander verschiedene von der ersten Klasse, (eine oder

mehrere mit einander verbundene wässrige Feuchtigkeiten, die zusammen nur als eine anzusehen sind, zwischen zwey verschiedene Metalle, z. B. zwischen Silber und Bley, die unmittelbar, oder durch andere Metalle mittelbar, mit einander verbunden sind,) oder umgekehrt einen von der erstern Klasse zwischen zwey ebenfalls unter einander verschiedene von der zweyten Klasse, (z. B. ein Stück Silber, Zinn oder Zink, zwischen Wasser, oder einen mit wässriger Feuchtigkeit getränkten Körper auf der einen, und eine mucilaginöse, seifenartige oder salzige Flüssigkeit auf der andern Seite,) bringt, in jedem dieser Fälle wird, nachdem die Kraft auf dieser oder auf jener Seite die Oberhand hat, ein electrischer Strom, eine Cirkulation dieses Fluidus, von der Rechten zur Linken, oder umgekehrt, rege werden, welche erst bey der Unterbrechung des Kreises aufhört, und sogleich, und jedesmal wieder hergestellt wird, als der genannte Kreis wieder vollständig oder geschlossen wird, u. f. w.

§. 4.

Diese beyden Arten von Verbindungen verschiedentlich gearteter Leiter lassen sich durch Zeichnungen deutlicher machen; Fig. 164. und 165. drücken diese beyden Fälle aus. Die größern Buchstaben deuten in diesen wie in den folgenden Figuren (Fig. 164. bis 184.), die verschiedenen Leiter (*Conduttori*, *Conductoren*) oder Erreger (*Motori*, *Excitatoren*) der erstern Klasse, und die kleinern die der zweyten Klasse, an.

§. 5.

Ich halte es für überflüssig, Ihnen hier bemerk-

lich zu machen, daß wenn der Kreis bloß aus zwey Arten von Leitern, so verschieden sie auch sind, und so vielfach auch die Anzahl der Stücke sey, woraus jeder besteht, zusammengesetzt ist, (wie in Fig. 166. 67. 168. und 169.), zwey gleiche Kräfte sich einander entgegengesetzt befinden, d. h., daß das electriche Fluidum nach zwey entgegengesetzten Richtungen gleich stark getrieben werde, und daß sich folglich kein Strom weder von der Rechten zur Linken, noch umgekehrt, bilden könne, der im Stande wäre, Empfindungen oder Convulsionen zu erregen.

§. 6.

Es giebt aber auch andere Fälle oder Verbindungen, wo die Kräfte sich ebenfalls das Gleichgewicht halten, wo also auch kein electriche Strom Statt findet, wenigstens kein solcher, der auf die zartesten Nerven Eindruck machen, oder in dem aufs vortheilhafteste präparirten Frosche, der sich in dem Kreise befindet, Convulsionen erregen könnte, ohngeachtet der Dazwischenkunft zweyer oder mehrerer verschiedener Metalle. Dies ist der Fall, wenn jedes dieser Metalle sich zwischen zwey feuchten oder Leitern der zweyten Klasse, und die nur wenig von einander verschieden sind, befindet, wie in Fig. 170., oder auch, wenn in dem leitenden Kreise drey Stücken, zwey derselben von einerley Metall, und eins von einem andern, mit einander dergestalt verbunden sind, daß sich dieses unmittelbar zwischen jenen befindet, wie in Fig. 171.

§. 7.

Wenn das mittlere Metallstück *A* unmittelbar mit

einem Ende an eines von den beyden Stücken *Z* applicirt ist, aber mit dem andern Ende nicht unmittelbar das andere Stück *Z*, sondern einen dazwischen liegenden Leiter der zweyten Klasse, groß oder klein, z. B. eine Schicht, oder auch nur einen einzigen Tropfen, Wasser, Speichel, Blut, ein Stückchen feuchtes Fleisch, roh oder gekocht, feuchten Schwamm, Gallerte, Kleber von Mehl, Seife, Käse oder Eyweiß, selbst hartgekochtes, u. dergl., berührt; dann halten hey dieser neuen Verbindung, die durch *Fig. 172.*, wo ein Leiter der zweyten Klasse *a* sich zwischen zweyen der erstern Klasse *A* und *Z* befindet, während ein andres *Z* dieses *A* unmittelbar berührt, vorgestellt ist, die Kräfte einander nicht mehr, wie in *Fig. 171.*, das Gleichgewicht, und dies ist hinreichend, das electriche Fluidum zu erregen, und es in Umlauf zu bringen. Wenn also *r Fig. 172.* ein präparirter Frosch ist, so wird er jedesmal heftig erschüttert werden, so oft man einen solchen Kreis vollständig macht oder schließt.

§. 8.

Sie werden leicht bemerken, daß die beyden letztern, durch *Fig. 171.* und *172.* angezeigten Versuche, mit den vom Hn. von Humboldt bekannt gemachten übereinkommen, wo ein Tropfen Wasser, ein kleines Stückchen frisches Fleisch, selbst eine ganz dünne Schicht von irgend einer Feuchtigkeit, ja ein bloßer Hauch des Mundes, die ganze Zauberey machten; Erfahrungen, die er in seinem Briefe an Hn. Blumenbach vom Junius 1795 beschrieben hat, welcher sich in Ihrem Neuen Journal der Physik B. II. (Leipz. 1795.) S. 115. u. f. befindet; Erfahrun-

gen, die ich aus meinen Principien abgeleitet, auf tausenderley Art verändert habe, und mit denen ich schon seit Jahren vertraut bin.

§. 9.

Bringt man einen andern Tropfen Wasser, oder irgend einen wässrigen, oder Leiter der zweyten Klasse, zwischen das andere Ende von *A* und das andere correspondirende Stück *Z*, woraus *Fig. 173.* entsteht, so ist dann jedes Metallstück isolirt, ich will sagen, zwischen zwey wässrigen Leitern; dann halten einander die von der Rechten zur Linken, und die von der Linken zur Rechten, entgegenstehenden Kräfte, wieder völlig das Gleichgewicht, der electriche Strom wird verhindert, und der Frosch, der den einen oder den andern von den drey Leitern der zweyten Klasse *a a r* ganz oder zum Theil ausmachen kann, bleibt solchergestalt in Ruhe.

§. 10.

Um also bey Fröschen Contractionen, auf der Zunge Geschmack, in den Augen die Empfindung des Lichts, u. s. w., zu erhalten, ist es schlechterdings erforderlich, dafs sich zwey verschiedene Metalle oder Leiter der ersten Klasse auf der einen Seite unter einander berühren, kurz einen heterogenen zusammenhängenden Metallbogen bilden, während sie mit ihren gegenüber stehenden Enden den oder die Leiter der zweyten Klasse berühren, und zwischen sich fassen, die den andern Bogen bilden.

§. 11.

Nachdem wir gesehen haben, was erfolgt, wenn man in den Kreis drey Metallstücken oder Leiter der ersten Klasse bringt, von denen zwey von einerley Beschaffenheit, das dritte aber von den vorigen verschieden ist, und die mit den Leitern der zweyten Klasse bald auf diese bald jene Weise verbunden sind, wollen wir sehen, was meinen Grundsätzen nach bey vier Metallstücken geschehen müsse, von denen zwey von der einen Art, z. B. Silber, die andern beyden aber von einer andern, z. B. Zink, sind, wenn sie auf ähnliche Weise mit feuchten Leitern in Verbindung gebracht werden. Man begreift leicht, und ich sagte es sehr bald vorher, daß wenn man diese vier Metallstücken in den Kreis auf die Art bringen würde, wie es in *Fig. 174. und 175.* geschieht, der Frosch, der den einen der in diesem Kreise befindlichen feuchten Leiter, ganz oder zum Theil, ausmacht, so erregbar und und so gut präparirt er auch sonst sey, da die Kräfte welche das electrische Fluidum zu erregen und in Strömung zu setzen streben, sich entgegengesetzt sind, und einander vollkommen das Gleichgewicht halten, unbewegt bleiben werde; und meine hierüber mit der nöthigen Genauigkeit und Aufmerksamkeit, vorzüglich, daß die Metalle an den Berührungsstellen recht trocken und rein waren, angestellten Versuche, haben diese Vorausbestimmung auf das vollkommenste bestätigt; die Frösche, welche ich auf die angezeigte Art den Versuchen *Fig. 174. und 175.* unterwarf, blieben gänzlich in Ruhe.

§ 12.

Diese Thiere erleiden im Gegentheil, wie ich es meinen Grundsätzen zu Folge vorausah, jederzeit Contractionen, so oft ich eins von den vier Metallstücken weglasse, oder ihre Ordnung verändere, wie dies in den folgenden Figuren der Fall ist, von denen wir sogleich umständlicher sprechen werden.

§ 13.

Die Leiter der zweyten Klasse, die in allen den vorigen, wie in den folgenden Figuren (*Fig. 164. bis 184.*), mit *a, r*, oder andern kleinen Buchstaben bezeichnet sind, können Tassen mit Wasser seyn, in welche die Metallplatten oder Stangen, die durch die großen Buchstaben *A, Z*, und andere, angezeigt sind, eingetaucht sind; es können feuchte Stücke Schwamm, Leder, Pappe oder andere mit wässriger Feuchtigkeit getränkte Körper seyn; sie können so groß oder klein seyn, als sie wollen, und aus einem Stücke, oder aus mehreren, bestehen, wenn sie nur einander gehörig berühren; es können Personen seyn, wenn nur ihre Hände, mit denen sie einander fassen, feucht genug sind, u. s. w. Auf die letztere Art werden die Versuche sehr schön und unterhaltend, wenn man nemlich den Kreis aus drey oder mehreren Personen (ich habe ihn oft aus zehn, funfzehn bis zwanzig Personen gemacht,), aus einem oder mehreren Fröschen, die gehörig präparirt, und unter diesen Kreis, oder diese Kette von Personen vertheilt sind, und aus vier Metallstücken, zweyen von Silber, und zweyen von Eisen, besser von Zinn, oder noch besser, von Zink, zusammengesetzt; auf diese Art, sage ich, werden die Versuche

ausnehmend interessant, und die Verschiedenheit und gänzliche Veränderung der Resultate, indem bloß die Verbindung jener Körper unter einander Aenderungen erleidet, so daß oft der höchste Grad von Wirkung in Null übergeht, erregt wahres Erstaunen.

§. 14.

Die Construction des Kreises sey also, wie in *Fig. 173.*, wo *r* der präparirte Frosch ist, der an der einen Seite bey den Füßen, an der andern beym Rumpfe, von den Händen zweyer Personen *p, p* gehalten wird. *Z, Z* seyen zwey Zinkstangen, die von eben diesen Personen, und *A, A* zwey Stücken Silber, die von einer dritten Person, die ebenfalls durch *p* bezeichnet ist, gehalten werden *). Man vergesse hierbey nicht, daß die Hände recht feucht seyn müssen, da die trockene Haut kein gehörig guter Leiter ist. Da nun bey dieser Kette die Actionen der electrischen Excitatoren sich entgegengesetzt sind, und einander genau das Gleichgewicht halten, so sieht man leicht ein, daß in *Fig. 174.* und *175.* keine Erschütterung, keine Contraction, im Frosche Statt haben könne,

*) Man begreift leicht, daß diese *Fig.* denselben Fall darstellt, wie *Fig. 174.*, und im Grunde jener ganz gleich ist, da unter beyden bloß der Unterschied Statt hat, daß in letzterer *Z* und *Z* bloß durch einen feuchten oder Leiter der zweyten Klasse durch *r*, in ersterer aber durch die drey Leiter *p r p* getrennt sind, die aber, da sie gleichfalls feuchter Art sind, zusammen ebenfalls nur einem gleichen.

was mit dem übereinstimmt, was ich bereits in §. 11. angeführt habe.

§. 15.

Man lasse jetzt das eine von den beyden Metallpaaren *A Z*, das sich zwischen den zweyen Personen *p, p*, oder zwischen irgend zwey andern feuchten Leitern befindet, in Verbindung, wie es ist, und kehre die Stellung der beyden andern Metallstücke *A Z* um, indem man die *Fig. 175.* in *Fig. 176.*, (wodurch nun die Actionen, statt sich entgegengesetzt zu seyn, gemeinschaftlich darauf hin wirken, das electrische Fluidum nach Einerley Seite zu treiben, oder einen und denselben Strom zuwege zu bringen), verwandelt; oder man bringe zwischen das eine von den beyden *A Z* eine andere Person, oder irgend einen Leiter der zweyten Klasse, so dafs daraus die Kette *Fig. 177.* entsteht; oder noch anders, man nehme in *Fig. 175.* eines von den Stücken *A* und *Z* weg, ohne ein neues an seine Stelle zu bringen, und mache dadurch die Kette so, wie *Fig. 178.* und *179.*; oder endlich, man nehme das eine von den beyden Paaren *A Z* ganz weg, wie es *Fig. 180.*, (welche sich zuletzt auf *Fig. 164.* reducirt, indem man die ganze Kette *p, r, p, p* als einen einzigen feuchten oder Leiter der zweyten Klasse betrachten kann,) vorstellt: in allen diesen Combinationen, welche durch die *Fig. 176. 177. 178. 179. und 180.* ausgedrückt werden, sind sich die Actionen, die durch die metallischen Berührungen bestimmt werden, nicht mehr entgegengesetzt, halten einander also auch nicht mehr das Gleichgewicht, wie sie es in *Fig. 174. und 175.* thaten; es entsteht folglich ein electrischer Strom,

und der Frosch 7, der sich in der Kette befindet, und den ich gehörig präparirt voraussetze, wird jedesmal Contractionen erleiden, so oft der an irgend einer Stelle unterbrochene Kreis wieder hergestellt wird, besonders wenn dies zwischen Metall und Metall geschieht.

§. 16.

Was den Versuch betrifft, wo man zwischen das eine Paar *A Z*, d. h., zwischen die beyden heterogenen Metalle, einen feuchten, oder einen Leiter der zweyten Klasse, wie es in *Fig. 172.* geschieht, bringt, so ist, wie ich schon bey Gelegenheit der *Fig. 172.* (§. 7.) bemerkt gemacht habe, ein Tropfen Wasser, ein kleines Stückchen nasser Schwamm, frisches Fleisch, feuchte Seife, eine schwache Schicht von irgend einer Flüssigkeit oder viscösen Materie, u. s. w., dazu hinreichend. Diesen überraschenden Versuch mache ich gewöhnlich so, daß ich statt eines der Silberstücke einen Löffel oder eine Schaale aus diesem Metall mit Wasser anwende, und die Person, welche die recht trockene und reine Zink- (Zinn- oder Eisen-) stange hält, mit dieser Stange bald die ebenfalls recht trockenen Wände des Löffels oder der Schaale, bald das darin enthaltene Wasser, berühren lasse. Es ist bewundernswürdig, zu sehen, daß, während auf die letztere Weise, nemlich bey der Berührung des Wassers, der Frosch niemals unterläßt, lebhafte Contractionen zu erleiden, die erstere Art, indem man nemlich das Silber mit dem Zink unmittelbar berührt, (welcher Fall mit *Fig. 175.* übereinkommt,) nicht die mindeste Erregung in dem Frosch zuwege bringt, vorausgesetzt, daß nicht durch Zufall ein kleines Tröpfchen Wasser, eine

dünne Schicht Feuchtigkeit, viscöser Materie, u. s. w., an der Stelle sich befindet, wo die beyden Metalle sich berühren, wodurch der Fall *Fig. 177.* hergestellt werden würde.

§. 17.

Dies wird Ihnen zeigen, mit welcher Aufmerksamkeit und grossen Sorgfalt diese Versuche angestellt werden müssen, um Irrthümer und Täuschungen, die so leicht entstehen können, und in dem, was den Grundfätzen, die ich aufgestellt habe, so vollkommen gemäfs ist, überall Anomalien sehen lassen könnten, zu vermeiden.

§. 18.

Wenn ich Wasser, oder irgend einen feuchten Körper, er sey gross oder klein, nicht blofs zwischen das eine Metallpaar *A Z*, wie in *Fig. 177.*, sondern auch zwischen das andere, wie es *Fig. 181.* vorstellt, bringe, so befindet sich nun jedes Metallstück zwischen ähnlichen feuchten Leitern, wodurch alle Actionen sich wieder entgegengesetzt, und ins völlige Gleichgewicht gebracht werden; mit einem Worte, es giebt keine Action mehr, weil es an der wechselseitigen Berührung zweyer verschiedener Metalle fehlt, die doch, wie wir (§. 10.) gesehen haben, schlechterdings nothwendig ist, um den electricen Strom zu erregen, wenn die übrigen feuchten Leiter ganz gleichartig, oder nur wenig von einander verschieden sind; der Frosch bleibt aber auch wiederum ohne alle Bewegung

§. 19.

Ich will mich nicht weiter über ähnliche Verbindungen ausbreiten, die man mit einer größern Anzahl Metallstücken von zwey-, drey, und mehrerley Art, u. s. w., ins Unendliche abändern kann, und deren Erfolge man leicht vorauslagen kann, oder wenigstens doch bey genauerer Prüfung mit den aufgestellten Grundsätzen übereinstimmend finden wird. Es ist für gegenwärtig hinreichend, den Schluss zu machen, das in einem bloß aus zwey Leitern bestehenden Kreise, so verschieden diese auch seyn mögen, die wechselseitigen Berührungen derselben keinen electricischen Strom erregen können, der vermögend wäre, Empfindung oder Muskelbewegung zu erregen (§. 5.), und das im Gegentheil diese Wirkung unausbleiblich jedesmal erfolgt, so oft drey Leiter, einer von der einen, und zwey unter sich verschiedene von der andern Klasse, die wechselseitig mit einander in Berührung kommen (§. 3.), die Kette bilden; und das diese Wirkung um so stärker ist, je mehr diese letztern unter einander verschieden sind; das in den andern Fällen, wo mehr als drey verschiedene Leiter Statt finden, die Wirkung entweder gar nicht erfolgt, oder in diesem oder jenem Grade eintritt, je nachdem bey den verschiedenen Verbindungen die Kräfte, welche sich an jedem Ort der Berührung heterogener Leiter entwickeln, und öfters im Gegensatze sind, und das electricische Fluidum nach entgegengesetzten Richtungen zu bewegen streben, je nachdem, sage ich, diese Kräfte vollkommen mit einander im Gleichgewichte sind, (welcher Fall, wie man leicht einsieht, sehr selten seyn muß), oder die Summe derer, die nach einerley

Richtung streben, mehr oder weniger von der Summe derer, die nach der entgegengesetzten Richtung wirken, übertroffen wird.

§. 20.

Wir wollen hier indessen die zu sehr verwickelten Combinationen bey Seite lassen, und zu den einfachern Fällen, die eben dadurch demonstrativer sind, zu denen mit drey verschiedenen Leitern, zurückgehen, die durch *Fig. 164.* dargestellt sind, nemlich zu denen mit zwey verschiedenen Metallen oder Leitern der ersten Klasse, die sich unter einander berühren, und mit ihren anderen Seiten an feuchte, oder Leiter der zweyten Klasse, dergestalt applicirt sind, daß sie zusammen einen Kreis bilden, der dem gleich kommt, den man seit der Entdeckung Galvani's (1791) gewöhnlich angewendet hat, und bey dem gerade die Verschiedenheit der Metalle, von der ich, im Gegensatz der Anhänger Galvani's, die diese Versuche aus einer eignen organischen Electricität erklären, das ganze Spiel abhängen lasse, Statt hat.

§. 21.

Die andere Art der Verbindung, die die umgekehrte der erstern ist, und durch *Fig. 165.* ausgedrückt ist, nemlich die aus Einem Metalle, das sich zwischen zwey verschiedenen feuchten Leitern, z. B. zwischen Wasser oder einem mit dieser Flüssigkeit getränkten Körper auf der einen, und einer schleimigen, seifenartigen, oder salzigen Flüssigkeit auf der andern Seite, befindet, habe ich erst im Herbst 1794 entdeckt, und gehörig bestimmt. Ob ich gleich diese Versuche

seit dieser Zeit sehr vervielfältigt, und auf hunderterley Weise abgeändert, mehreren Personen, sowohl In- als Ausländern, unter denen sich auch vorhin gedachter Hr. von Humboldt befand, der von einigen derselben auch in seinem zweyten Briefe an Hn. Blumenbach vom 26. August 1795 in Ihrem *Neuen Journal der Physik*, B. II. S. 471. u. f., Nachricht gab, gezeigt, verschiedenen meiner Correspondenten davon geschrieben, und zu gleicher Zeit einige Briefe herausgegeben habe, worin die Sache deutlich bekannt gemacht ist, so habe ich doch diesen neuen Gegenstand noch nicht so ins Licht gesetzt, als er es verdient; dies ist indess mein Entschluß, den ich bey mehrerer Mulse auszuführen, mir vorgenommen habe.

§. 22.

Die sonderbare Erfahrung, die ich oben zu Anfang (§. 1.) beschrieben habe, wo man nemlich auf der Zunge auf einige Zeit einen sauren Geschmack erhält, wenn man sie unter den angezeigten Umständen, indem nemlich der zinnerne Becher von aussen durch die mit Wasser benetzte Hand, und von innen durch die alkalische Flüssigkeit, berührt wird, auf die letztere bringt, gehört, wie Sie sehen, zu dieser zweyten Art (§. 21.), das electriche Fluidum zu sollicitiren, und in Circulation zu setzen, und zeigt, daß dieser Strom nicht minder stark und thätig ist, als der durch die erste Art, nemlich durch Anwendung zweyer hinlänglich gut gewählter Metalle, als Bley und Kupfer, Eisen und Silber, Zink und Zinn, und die bloße Dazwischenkunft wässriger Leiter, erregte.

§. 23.

Ich muß hier noch hinzusetzen, daß, wenn man mit Zinn allein, das sich zwischen Wasser und einer alkalischen Flüssigkeit befindet, fast dieselbe Wirkung erreicht, welche zwey der in Hinsicht ihres electricischen Verhaltens verschiedensten Metalle, wie Silber und Zink, zwischen die man wässerige Leiter gebracht hat, hervorbringen, man sie durchaus gleich erhalten, und sogar noch übertreffen kann, mit Eisen allein, oder mit Silber allein, wenn man das Eisen zwischen Wasser auf der einen, und Salpetersäure auf der andern Seite, oder das Silber zwischen Wasser und ein flüßiges Schwefelalkali, bringt.

§. 24.

Nehmen Sie in dieser Hinsicht einen Frosch, dem der Kopf abgeschnitten, und der dadurch getödtet ist, daß man ihm eine Nadel in das Rückenmark steckt, und tauchen Sie ihn, ohne ihn auszuweiden, selbst ohne ihm die Haut abzuziehen, in zwey Gläser mit Wasser, den Rumpf in das eine, den Schenkel in das andere, wie gewöhnlich; er wird heftig erschüttert werden, und sich mit Lebhaftigkeit bewegen, sobald Sie das Wasser beyder Gläser durch einen Bogen aus zwey sehr verschiedenen Metallen, wie Silber mit Zinn oder Bley, oder besser, Silber mit Zink, in leitende Verbindung setzen. Aber es wird keinesweges geschehen, wenn die Metalle minder von einander verschieden sind, wie das z. B. bey Gold und Silber, Silber und Kupfer, Kupfer und Eisen, u. s. w., (ob er gleich auch durch diese in starke Contractionen versetzt wird, sobald er

ausgeweidet, und übrigens vortheilhafter präparirt ist, so dass die Schenkel desselben mit dem Rumpf nur noch durch die bloßen Cruralnerven zusammenhängen), der Fall ist. Aber noch mehr! Die Wirkung wird bey diesem so wenig präparirten Frosche in sehr hohem Grade Statt finden, wenn Sie in das eine der beyden Gläser das Ende eines Bogens von bloßem Zink oder Zinn, trocken oder mit Wasser befeuchtet, und in das andere Glas das andere Ende desselben homogenen Metallbogens, was Sie absichtlich mit einem Tropfen Alkaliauflösung bestrichen haben, bringen. Besser und mit stärkerem Erfolg, als wenn Sie sich eines aus Zink und Silber zusammengesetzten Bogens bedienen, machen Sie den Versuch mit einem Bogen aus bloßem Eisen, dessen eines Ende mit einem Tropfen oder einer dünnen Schicht Salpetersäure überzogen ist; und noch besser, und über alle Erwartung an Erfolg, wenn Sie einen silbernen Bogen nehmen, an dessen einem Ende etwas flüssiges Schwefelalkali befindlich ist.

§. 25.

Die Fig. 182. stellt Ihnen das Schema dieses Versuchs dar, wo *r* der Frosch, *b, b*, die beyden Gläser mit Wasser, *M M* der homogene Metallbogen und *a* der Tropfen oder die dünne Schicht einer schleimigen, salzigen, u. dergl. Flüssigkeit, ist, womit man das eine Ende dieses Bogens bestrichen hat, und die sich auf dieser Seite zwischen dem Metall und dem Wasser befindet.

§. 26.

Ist die vom Wasser verschiedene Flüssigkeit von

der Beschaffenheit, daß die Schenkel oder der Rumpf des Frosches ohne Nachtheil, ohne von ihnen stark angegriffen oder desorganisirt zu werden, in dieselbe eingetaucht seyn können, so ist es beynahe bequemer, und der Versuch fällt sprechender aus, wenn man eins der Gläser mit dieser Flüssigkeit anfüllt, und nun den einen Theil des Frosches unmittelbar in dieselbe eintaucht, während man den andern in das Wasser des andern Gefäßes bringt. Schließt man hierauf den Kreis, indem man den homogenen Metallbogen mit seinem einen Ende in die eine der beyden Flüssigkeiten, (und zwar je tiefer, je größer die Fläche, in der es dieselbe berührt, desto besser,) und mit dem andern mit der zweyten Flüssigkeit in Berührung bringt, so wird der electriche Strom in Umlauf gesetzt werden, und in dem Frosch Contractionen hervorbringen, die eben so stark oder noch stärker sind, als die, welche man auf die oben (§. 24 25.) beschriebene Weise erhält.

§. 27.

Noch besser gelingt der Versuch, wenn man sich eines Bogens bedient, der zwar nur aus einem Metalle besteht, aber aus zwey Stücken zusammengesetzt ist, deren jedes man in seine Flüssigkeit dergestalt eintaucht, daß sie mit denselben in recht vielen Punkten in Verbindung stehen, und sie darauf beyde wieder unter sich in Berührung setzt, wobey, wie in ähnlichen Versuchen, es ziemlich gleichgültig ist, ob sich beyde Metalle in vielen oder nur wenigen Punkten berühren, da sie die leitende Eigenschaft in sehr hohem Grade besitzen.

§. 28.

Nicht so gleichgültig ist die Menge der Berührungspunkte zwischen den Metallen, und den feuchten, oder den Leitern der zweyten Klasse, und noch mehr kommt auf dieselbe bey der Berührung der Leiter der zweyten Klasse unter sich an, gleich als ob die ganze Länge oder Reihe dieser Leiter einen breiten continuirlichen Kanal bilde, um dem electricischen Strom einen freyen Durchgang zu verstatten. Man muß daher, die Nerven und anderen Theile des Thieres ausgenommen, wo es nöthig ist, daß der electricische Strom sich concentrirte, oder in die Enge ziehe, damit jene desto stärker durch ihn gereizt werden, diese Stelle ausgenommen, sage ich, die ausdrücklich enger beschränkt seyn will, muß man dem ganzen übrigen, aus feuchten Leitern bestehenden Antheil der Kette eine hinlängliche Breite geben.

§. 29.

Nach dieser kurzen nicht unnützen Digression kehren wir wieder zu dem vorigen Gegenstande zurück. In einige Flüssigkeiten kann man die Gliedmaßen des Frosches tauchen, ohne daß sie von denselben stark angegriffen würden, wohin schwaches Salzwasser, Seifenwasser, Wein, u. dergl., gehören; in andern hingegen vertragen sie dies nicht so gut, wie z. B. in starken Säuren, Alkalien, vorzüglich kaustischen, die die Organisation derselben zerstören, und andern salzigen Flüssigkeiten, von denen sie angegriffen und in kurzer Zeit destruiert werden. Will man mit den letztern Flüssigkeiten Versuche anstellen, so bringt man den Frosch, wie gewöhnlich, in zwey Gläser mit

Wasser, und verbindet das eine derselben durch einen dritten feuchten, oder Leiter der zweyten Klasse, mit einem dritten Glase, was mit jener sauren, alkalischen , Flüssigkeit gefüllt ist. Dieser Leiter, welcher die Verbindung des einen der beyden Gläser mit dem dritten herstellt und unterhält, und eine Brücke bildet, die der gleicht, welche der Frosch zwischen dem ersten und zweyten bildet, kann ein Stück nasses Leder, Pappe, ein Stück frisches und saftiges Fleisch, Sehne oder starker Knorpel von irgend einem Thiere, eine Scheibe Kürbis, Melone, oder einer andern saftreichen Frucht, u. s. w., seyn; kurz, jeder Körper ist dazu geschickt, sobald er nur ein hinlänglich guter Leiter, oder groß und breit genug ist, um, analog dem was ich oben (. 28.) bereits bemerkt habe, dem electrischen Strom einen freyen Durchgang zu gestatten, welcher Strom so oft hergestellt, und in Umlauf gesetzt wird, als das eine Ende des Metallbogens in das Glas, in welchem sich der Rumpf, oder in das, in welchem sich die Schenkel des Frosches befinden, welche beyde mit Wasser gefüllt sind, und das andere Ende dieses Bogens in das dritte, mit einem der vorigen communicirende Glas, was die salzige, oder andere von dem Wasser verschiedene Flüssigkeit, enthält, eintaucht.

§. 30.

Bisweilen wende ich auch vier und mehr Gläser zum Versuch an, so dafs jedes der zwey von ihnen, welche mit Wasser gefüllt sind, und in welchen ein Frosch, mit dem Rumpf in dem einen, und mit den Schenkeln im andern, liegt, auf ähnliche Art, wie vorhin nur das eine, durch Leiter der zweyten Klasse

mit andern Gläsern in Verbindung steht, welche Flüssigkeiten enthalten, die sowohl vom Wasser, als wieder unter sich, verschieden sind; ich bediene mich dabey eines Bogens aus bloß einem Metall, oder auch aus zwey Stücken ein und desselben Metalls, und erhalte dann am Frosch jedesmal Contractionen, so oft ich mit den beyden Enden dieses Bogens zwey hinlänglich von einander verschiedene Flüssigkeiten, nie aber, wenn ich zwey gleichartige damit berühre, es sey denn, daß das eine Ende des Bogens zufälliger Weise mit einer Flüssigkeit verunreinigt sey, die von der, mit der das andere Ende in Berührung steht, verschieden ist.

§. 31.

Da indess ein einziger Tropfen, oder eine bloße schwache Hülle von einer jener Flüssigkeiten, mit der das eine Ende des homogenen Metallbogens überzogen oder bedeckt ist, hinreichend ist, und alsdann bloß die beyden Gläser mit Wasser, in denen sich der Frosch befindet, alle nöthigen Dienste leisten, so pflege ich den Versuch häufiger auf diese Art, welche ich weiter oben (§. 24. 25.) bereits beschrieben habe, anzustellen, weil außerdem, daß so die Versuche bequemer in der Anstellung sind, und mehr auffallen, sich überdies auch leichter und schneller Veränderungen mit ihnen vornehmen lassen. Wir wollen daher diese Art noch weiter betrachten.

§. 32.

Die sehr beträchtlichen Unterschiede in Ansehung der Quantität oder Intensität der Wirkungen, bey den

in §. 24. erwähnten Versuchen, zeigen Ihnen schon an, daß, wenn für ein gegebenes Metall der durch die Berührungen erregte electriche Strom dann am stärksten ist, wenn sich dieses Metall zwischen einer gewissen Flüssigkeit auf der einen, und einer gewissen Flüssigkeit auf der andern Seite, befindet, es für ein anderes Metall andere Flüssigkeiten giebt, mit denen es am wirksamsten ist, so, daß man auf dem Wege der Erfahrung für jedes Metall eine besondere Scale oder Stufenleiter errichten muß, in welcher die Feuchtigkeiten oder die Leiter der zweyten Klasse nach dem Mehr oder Weniger ihrer Thätigkeit geordnet werden. Ich habe mich in den letzten zwey Jahren viel mit diesem Gegenstande beschäftigt, und schon mehrere von diesen Tafeln entworfen, die ich auch bekannt machen werde, sobald ich sie etwas mehr vervollkommenet haben werde.

§. 33.

Um hier für Sie nur einiges anzumerken, führe ich an, daß ich, um die unzählbaren verschiedenen feuchten Leiter dieser Art nur einigermaßen zu classificiren, sie in wässrige, geistige, schleimige und glutinöse, zuckerartige, seifenartige, salzige, saure, alkalische, schwefelhaltige Flüssigkeiten unterscheide; daß ich bey den Säuren jede der bekanntesten Mineralsäuren, (indem ich besonders bey der Salpeter- und der salzigten Säure in dieser Hinsicht große Unterschiede antreffe,) und eben so der vorzüglicheren des Pflanzenreichs, die Gallussäure oder den adstringirenden Stoff mit einbegriffen, besonders nehme; und daß ich auf gleiche Art auch unter den salzigen Flüssigkeiten Abtheilungen

make, je nachdem sie Auflösungen von Neutralsalzen, erdigen Salzen, vorzüglich aber von metallischen Salzen, sind.

§. 34.

Wenn man erst bestimmen kann, in welcher Ordnung alle diese Arten von Flüssigkeiten in Ansehung des Vermögens, von welchem hier die Rede ist, für das Metall *A*, in welcher andern für das Metall *B*, u. s. w., sie auf einander folgen, dann wird man auch im Stande seyn, voraus zu sagen, welche Stelle eine große Anzahl anderer mehr heterogener Flüssigkeiten, es seyen mineralische, vegetabilische oder thierische, die zu mehreren der genannten Klassen zugleich gehören, nach dem Grade, in welchem sie dazu gehören, einnehmen müssen.

§. 35.

Im Allgemeinen ist die Ordnung, welche die Leiter der zweyten Klasse für die mehresten Metalle beobachteten, folgende: 1) Reines Wasser; 2) Wasser mit Thon oder Kreide vermengt, oder ein halbflüssiger Brey dieser Erden; welche Mischung, wenn man den oben (§. 25. Fig. 182.) beschriebenen Versuch mit zwey Gläsern, und mit einem Bogen von Zinn oder Zink, anstellt, in demselben eine Action äußert, die von der des Wassers bereits beträchtlich genug verschieden ist, um einen vollständig präparirten und sehr erregbaren Frosch in Contractionen versetzen zu können; 3) Zuckerauflösung; 4) Alkohol und Aether; 5) Milch; 6) Mucilaginoëse Flüssigkeiten; 7) Thierische glutinöse Flüssigkeiten; 8) Verschiedene Weine; 9) Essig und andere

vegetabilische Säfte (und Säuren); 10) Speichel; 11) Nasenschleim; 12) Blut; 13) Harn; 14) Starkes Salzwasser; 15) Seifenauflösung; 16) Die Mineralischen Säuren; 17) Kalkmilch; 18) Starke alkalische Lauge; 19) Gefättigte Kaliauflösung und andere concentrirte alkalische Flüssigkeiten; 20) Schwefelkali und andere Schwefelalkalien oder Schwefellebern.

§. 36.

Ich muß indess nochmals wiederholen, daß diese Ordnung nicht durchaus für alle Metalle gilt; sie macht, besonders in Rücksicht der Schwefelalkalien, der alkalischen Flüssigkeiten, der Salpeter-, und der salzigten Säure, beträchtliche Abweichungen.

§. 37.

Was die Metalle betrifft, die, wenn sie zwischen diese verschiedenen Flüssigkeiten gebracht werden, mehr oder weniger zu der Hervorbringung der electrischen Wirkung, von welcher hier die Rede ist, geschickt sind, so habe ich gefunden, daß das Zinn alle andern, selbst den Zink, übertrifft, und daß das Silber allen andern nachstehe, ausgenommen, wenn die eine von den Flüssigkeiten, zwischen denen sich die Platte oder der Bogen von Silber befindet, Wasser oder irgend ein wässriger Leiter, und die andere Schwefelleber ist, denn in diesem Fall übertrifft das Silber noch weit den Zink, und selbst das Zinn. Eben so ist auch das Eisen wirksamer, als irgend ein anderes Metall, wenn es auf der einen Seite mit bloßem Wasser oder einem mit wässriger Flüssigkeit getränkten Leiter, und auf der andern mit Salpetersäure, sollte es auch nur ein Tropfen

seyn, in Berührung ist. Die in diesen beyden Fällen hervorgebrachte Wirkung ist bewundernswürdig, indem sie, wie ich schon oben (§. 23. 24.) bemerkt habe, diejenige übertrifft, welche man nach der gewöhnlichen Art mit Hülfe eines doppelten Metallbogens, selbst wenn er aus den heterogensten Metallen, wie aus Zink und Silber, die man an Leiter der zweyten Klasse von einerley, oder nur wenig verschiedener Art, applicirt hat, hervorbringt. Sie ist sogar stark genug und fähig, in einem nur halb präparirten und nicht ausgeweideten Frosche Contractionen zu bewirken, wenn der eine von den beyden feuchten Leitern eine concentrirte alkalische Auflösung, der andre reines, oder diesem sich näherndes Wasser, und das dazwischen befindliche, allein den Bogen bildende Metall, Zink, oder noch besser, Zinn, ist. Mit den andern Metallen und den andern Flüssigkeiten gelingt es selten, Contractionen in einem Frosche zu erregen, wenn er nicht vollständig, so dafs die Schenkel mit dem Rumpf nur noch durch die bloßen Cruralnerven zusammenhängen, präparirt, oder nicht wenigstens ausgeweidet, ist.

§. 38.

Sie werden leicht einsehen, dafs, wenn der Bogen eines und desselben Metalls, mit seinen beyden Enden ein und das nemliche Salzwasser, die nemliche Säure, die nemliche alkalische Flüssigkeit, u. s. w., berührt, der electriche Strom eben so wenig Statt haben könne, als wenn er auf jeder Seite blosses Wasser berührt. Es sind in diesem Falle zwey sich entgegengesetzte Actionen vorhanden, die einander das Gleichgewicht halten. Damit aber dieser Gegensatz im vollkommenen Gleichgewicht

sey, ist es nöthig, daß die an die andern beyden Enden des homogenen Metallbogens applicirte Flüssigkeit völlig von einerley Art, und von der nemlichen Stärke sey. Eben deshalb wird die sorgfältigste Aufmerksamkeit und eine gewisse Fertigkeit erfordert, um diese Versuche, die ich privatim sowohl als öffentlich zur großen Verwunderung der Zuschauer angestellt habe, und die Sie leicht zu wiederholen, im Stande seyn werden, wie es unser Freund von Humboldt gethan hat, so anzustellen, daß sie gelingen. Letzterer hat bereits in seinem zweyten, oben (§. 21.) angeführten Briefe, an Hn. Blumenbach, einige der frappantesten und entscheidenden Versuche, die ich ihm kurz zuvor zu Como gewiesen hatte, angezeigt, und ich will sie Ihnen hier etwas umständlicher beschreiben.

§. 39.

Erster Versuch.

Bringen Sie den vollständig, oder nur zur Hälfte, präparirten Frosch, wie gewöhnlich in zwey Gläser mit Wasser, nehmen Sie einen recht reinen, (am besten mit dem Wasser aus den Gläsern rein gewaschenen,) silbernen Bogen, und tauchen Sie dessen beyde Enden zugleich, oder eines nach dem andern, in die beyden Gläser; es findet keine Erschütterung oder Contraction des Frosches Statt.

Zweyter Versuch.

Wiederholen Sie den Versuch, nachdem Sie das eine von den Enden des Bogens mit Eyweiß, flüssigem

Leim, Speichel, Mucus, Blut, dem Saft von einer Frucht, mit Seifenwasser, Kaliauflösung, oder einer andern Flüssigkeit oder leitenden Substanz, die von reinem Wasser hinlänglich verschieden ist, bestrichen haben; tauchen Sie zuerst das reine, oder mit bloßem Wasser befeuchtete Ende, in das Wasser des einen Glases, und hernach das andere, mit einer der genannten Substanzen bestrichene Ende, in das Wasser des andern Glases: Sie werden ganz ohnfehlbar starke Contractionen am Frosche erregen, und zwar mehrere Male hinter einander, wenn Sie den Bogen herausziehen und wieder eintauchen, bis endlich nichts mehr von der heterogenen Flüssigkeit oder Substanz an dem Metalle hängt, oder bis dies mit seinen beyden Enden in dem einen Glase, wie in dem andern, bloß reines, oder diesem nahe kommandes Wasser, berührt.

Dritter Versuch.

Bringen Sie dieselbe Substanz gleichförmig an beyde Enden des Bogens, und tauchen Sie sie gleichzeitig in beyde Gläser Wasser: es entstehen keine Contractionen.

Bisweilen werden Sie dieselben bey ganz frisch präparirten und höchst erregbaren Fröschen wirklich erhalten, wenn die salzige Flüssigkeit, oder überhaupt die Substanz, womit die beyden Enden des Bogens bestrichen sind, nicht ganz vollkommen einerley, wenn sie z. B. an dem einen Ende mehr verdünnt oder schwächer ist, als am andern, u. s. w.

Vierter Versuch.

Waschen und reinigen Sie das eine Ende des Bogens recht genau, das andere aber lassen Sie mehr oder

weniger damit bestrichen, und die Contractionen erscheinen wieder, sobald sie den Kreis durch die Eintauchung beyder Enden des Bogens vollständig machen oder schliessen.

Fünfter Versuch.

Reinigen Sie endlich beyde Enden des Bogens vollkommen, oder waschen Sie dieselben in dem Wasser der Gläser recht rein, und es entstehen bey dem Eintauchen derselben in die Wassergläser keine Contractionen mehr, wie beym ersten Versuch.

§. 40.

Zu den vergleichenden Versuchen dieser Art schlage ich vor, lieber viscöse Flüssigkeiten oder Substanzen, als salzige, anzuwenden, weil diese letztern sich zu schnell im Wasser auflösen. Es geschieht manchmal, dafs die Zuckungen des Frosches, wenn er vollständig präparirt, und sehr erregbar ist, doch Statt haben, ohngeachtet man die beyden Enden des Metallbogens mit einerley salziger Flüssigkeit bestrichen hat. Die Ursache davon ist, dafs wenn man ein Ende des Bogens nach dem andern in das Wasser taucht, (und man sieht leicht, dafs es nicht möglich ist, es ganz genau in einem Augenblick zu thun,) das eine Ende des Bogens eher, als das andere, seinen Antheil der anhängenden salzigen Substanz verliert, oder wenigstens der anhängende Theil mehr vom Wasser verdünnt wird, so dafs es nicht mehr die nemliche Flüssigkeit ist, womit beyde Enden des Bogens überzogen sind, und folglich der Fall eintritt, dessen ich als Ausnahme beym dritten Versuch im vorigen §. erwähnt habe.

§. 41.

Auch schlage ich zu diesen Versuchen vorzüglich das Silber vor, da es eines von den Metallen ist, die durch salzige Flüssigkeiten minder angegriffen und verändert werden, als andere. Das Zinn, der Zink, das Bley, das Kupfer, das Messing, und vor allen das Eisen, erleiden davon sehr leicht dauernde Veränderungen, so daß Bogen aus diesen Metallen, besonders aus Eisen, manchmal lange Zeit die Fähigkeit behalten, Zuckungen bey frisch präparirten, und sehr erregbaren Fröschen zu erregen, wenn man die beyden Enden dieser Bogen in die beyden Gläser mit Wasser taucht, ohngeachtet man die Stelle des Metalls, welche von dieser oder jener salzigen Flüssigkeit angegriffen worden ist, aufs sorgfältigste gewaschen und gereinigt hat. Es ist übrigens, wie Sie leicht einsehen, eine oberflächliche Veränderung des Metalles dazu hinreichend. Sonst geben sich diese Veränderungen dem Auge oft durch einen gelben, röthlichen oder schwärzlichen Fleck, u. dergl., zu erkennen, den man nur schwer wegbringen kann.

§. 42.

Ich spreche hier nicht von den tiefer gehenden und dauerndern Veränderungen, die man in den Enden des Metallbogens, besonders beym Eisen, wenn man dessen Härte ändert, zuwege bringen kann; ein Mittel, wodurch man machen kann, daß ein solcher Bogen fähig ist, nicht allein in Fröschen, selbst in nur unvollkommen präparirten, Contractionen hervorzubringen, sondern auch Geschmacksempfindung auf der Zunge, Licht im Auge, u. s. w., zu erregen, ob man gleich seine beyden völlig gereinigten Enden nur von reinem Wasser

berühren läßt. Diefes, fo wie eine Menge ähnlicher Verſuche, machen den hauptſächlichſten Gegenſtand des erſten meiner Briefe an den Abt Vaſſalli, Profeſſor der Phyſik zu Turin, aus, den ich im December 1793 geſchrieben, und hernach mit andern in den Journalen des Prof. Brugnatelli, (ſ. deſſen *Giorn. Fiſ. Med.* 1794. *Giugno*. p. 248. ec.; Vergl. Gren's neues Journal der Phyſik, B. II. S. 141. u. f.) öffentlich bekannt gemacht habe.

§. 43.

Wenn aber das Silber weniger dem Umſtande unterworfen iſt, von ſalzigen und andern Flüſſigkeiten oder Subſtanzen, (ausgenommen von den Schwefelalkalien, die es augenblicklich ſchwärzen,) angegriffen zu werden, wenn es minder fähig iſt, beträchtliche und dauernde Veränderungen zu erhalten, und deshalb vor andern Metallen darin Vorzüge hat, daſs es weniger Anomalien geſtattet; ſo iſt im Gegentheil wieder das Zinn wegen ſeiner gröſſern Activität, d. h. wegen der Stärke der Wirkungen, die es vermöge der Berührungen mit faſt allen feuchten Leitern, wie ich oben (§. 37.) bereits bemerkt habe, hervorbringt, dem Silber, und verhältnißmäſſig auch allen andern Metallen, vorzuziehen. Der zu Anfange dieſes Briefes (§. 1.) beſchriebene Verſuch mit dem zinnernen Becher, der mit einer alkalischen Flüſſigkeit gefüllt iſt, und mit den mit Waſſer benetzten Händen gehalten wird, und wobey man auf der Zunge, mit der man die genannte Flüſſigkeit berührt, die erſte Zeit über die Empfindung eines ſauren Geſchmacks erhält, iſt davon ein Beweis; denn vergeblich würde man eine ſo ſtarke Wirkung von einem

bleyernen, eisernen, kupfernen, und noch weniger von einem silbernen Becher erwarten. Mit letzterem würde man sie bloß dann erhalten, und einen schon entschiedenen sauren und ziemlich starken Geschmack empfinden, wenn er statt der alkalischen Flüssigkeit die Auflösung eines Schwefelalkali enthielte.

§. 44.

Das electriche Fluidum wird also gemeinlich mit der gröfsesten Stärke und Thätigkeit bewegt, wenn das Metall zwischen dem Wasser, und einer alkalischen oder andern salzigen Flüssigkeit, Zinn ist (§. 37.), es wird, um auf der Zunge die Empfindung des sauren Geschmacks zu bewirken, mit einer noch eben so grofsen Energie erregt, wenn sich Zinn zwischen Wasser und einer mucilaginösen, an sich unschmackhaften Flüssigkeit befindet, wie, wenn man den Versuch mit einem zinnernen Becher macht, der mit einer Auflösung von flüssigem Leime, von Eyweifs, u. dergl., gefüllt ist. Auch die übrigen Metalle bringen unter ähnlichen Umständen einige Wirkung hervor, aber eine weit schwächere, und unter allen das Silber die schwächste (§. 37.).

§. 45.

Man kennt einen ähnlichen Versuch, den ich schon vor drey Jahren angestellt, und seitdem jedermann gezeigt habe, hinlänglich, nicht mit zwey verschiedenen Flüssigkeiten und einem Metalle, der vorher beschriebene, sondern umgekehrt, mit zwey Metallen von verschiedener Art und einer Flüssigkeit. Ich nahm einen Becher von Zinn, oder noch besser von Zink, stellte ihn auf einen silbernen Fuß und füllte ihn mit Wasser.

Wenn nun eine Person von der Gesellschaft die Spitze der Zunge ans Wasser brachte, fand sie es völlig unschmackhaft, so lange sie den silbernen Fuß gänzlich unberührt liefs; sobald sie aber diesen anfasste, und ihn zwischen ihren recht benetzten Händen stark presste, empfand ihre Zunge einen sehr entschiedenen und ziemlich starken sauren Geschmack.

§. 46.

Der Versuch gelingt ebenfalls, doch ist die Wirkung verhältnismässig schwächer, mit einer Kette von zwey, drey, oder mehreren Personen, die sich an den mit Wasser benetzten Händen anfassen, und von denen die erste die Spitze der Zunge ins Wasser des Bechers steckt, und die letzte das silberne Fußgestelle anfasset.

§. 47.

Sind nun diese Erfahrungen, den auf der Zunge durch die Action zweyer verschiedener Metalle, die unter einander, und beyde wieder mit Wasser, oder mit einem oder mehreren wässrigen Leitern, in Berührung stehen, erregten Geschmack betreffend, auffallend, so sind es die andern, den, durch ein Metall zwischen zwey verschiedenen Flüssigkeiten erregten, modificirten oder veränderten Geschmack betreffend, nicht minder; auch sind sie sonst neuer. Sie werden noch interessanter dadurch, daß sie uns die Ursache von dem Geschmack entdecken, den man beym Wasser, und mehr oder minder stark und verändert, auch bey andern Flüssigkeiten wahrnimmt, wenn man sie aus Gefäßen von Metall, vorzüglich von Zinn, als wenn man sie

aus Glas oder Porcellän trinkt. Wenn man den äufsern Rand des Gefäßes an die untere Lippe bringt, die vom Speichel feucht ist, und die Zunge bis zur Berührung des Wassers, Bieres, Weines, der Milch, u. f. w., im Gefäße verlängert, oder dieses neigt, wie man bey dem Trinken thut, so stellt sich ein geschlossener Kreis dar, indem sich nemlich das Metall zwischen zwey beträchtlich verschiedenen Flüssigkeiten, zwischen dem Speichel der Unterlippe nemlich und dem in dem Gefäße enthaltenen Wasser oder andern Getränk, befindet. Dadurch muß also auch ein mehr oder minder starker electrischer Strom veranlaßt werden, je nachdem die beyden Flüssigkeiten mehr oder weniger unter sich verschieden sind; ein Strom, der nicht ermangeln wird, nach seiner Art das in dem gedachten Kreise begriffene sensible Organ der Zunge, u. f. w., zu afficiren.

§. 48.

Außer den beyden bisher betrachteten Arten, einen electrischen Strom zu erregen, nemlich vermittelt eines oder mehrerer feuchten, oder Leiter der zweyten Klasse, die sich zwischen zwey verschiedenen einander berührenden Metallen, oder Leitern der ersten Klasse befinden, oder auch umgekehrt, vermittelt eines Leiters der ersten Klasse, der sich zwischen zweyen, ebenfalls verschiedenen und einander berührenden Leitern der zweyten Klasse befindet, welche beyde Arten ich durch Fig. 164. und 165. bezeichnet habe, außer diesen beyden, sage ich, giebt es noch eine dritte Art, das electrische Fluidum zu erregen, obgleich auf eine weit geringere Weise, so daß sie kaum vermögend ist, einen vollständig präparirten Frosch, der einen sehr hohen Grad

von Erregbarkeit besitzt, in Bewegung zu versetzen. Diese neue Art besteht darin, den Kreis aus drey verschiedenen Leitern zu bilden, die alle drey feuchter Beschaffenheit, oder Leiter der zweyten Klasse sind, ohne dafs noch einer der ersten Klasse, ein Metall, dazwischen träte. Man hat in ihr einen starken Einwurf gegen meine Grundsätze zu finden geglaubt.

§. 49.

Die Fig. 183. stellt diese dritte Art in Vergleichung mit den beyden andern, durch Fig. 164. und 165. ausgedrückten, dar. In den von den Anhängern Galvani's, und vorzüglich von Valli, mit so vielem Geräusch vorgebrachten Versuchen, in denen der Kreis einzig durch den Körper des Frosches, oder seine präparirten Gliedmassen, gebildet wird, (man vergleiche die Fig. 184., die mit der Fig. 183. übereinkommt, in der aber, der grössern Deutlichkeit wegen, der Körper des präparirten Frosches durch einige Zeichnung bestimmter umschrieben ist,) stellt *t* einen Theil des Schenkels eines Frosches, oder eigentlich den harten, weiflichen, tendinösen Theil des Musculus gastrocnemius, *m* den Rumpf oder die Rückenmuskeln, an welche oder an die Ischiadnerven *n* man den genannten tendinösen Theil jenes Muskels, durch Zurückbiegung des Schenkels, bringt; *s* das Blut oder die visköse, seifenartige, salzige Feuchtigkeit, die man an die Berührungsstelle bringt.

§. 50.

Ich habe diese neue Art, wobey man kein Metall oder Leiter der zweyten Klasse anwendet, in dem drit-

ten und vierten Briefe an den Abt Vassalli, die ich im Herbst und Winter 1795 geschrieben habe, und von denen bis jetzt bloß der dritte in unsern Journälen, (s. Brugnatelli's *Annali di Chimica e Stor. Nat.* Tom. V. VI. u. f. Vergl. A. Volta's Schreiben an den Hrn. Abt A. M. Vassalli über die thierische Electricität, als eine Fortsetzung der Schriften desselben über d. thier. Electr. Herausgegeben von I. Mayer. Prag. 1796. 8.) erschienen, aber wie der vorige der Akademie der Wissenschaften zu Turin mitgetheilt worden ist, weitläufig untersucht, erweitert, und angewendet. In diesen, so wie auch in andern an meine gelehrten Correspondenten geschriebenen Briefen zeige ich, daß es nicht gleichgültig sey, welchen Theil des Schenkels, und welchen des Rumpfs des gehörig präparirten Frosches, man mit einander in Berührung bringe; daß vielmehr die Contractionen erscheinen oder wegbleiben, nachdem man die Berührung an diesen, oder an andern Stellen, vornimmt; daß sie sich bestimmt einstellen, wenn man, wie in Fig. 184., mit den Ischiadnerven, oder mit dem Fleische des Rumpfs, den Theil des Musculus gastrocnemius, wo er bereits ins Tendinöse übergeht, oder die Fortsetzung des tendinösen Theils selbst, in Berührung bringt, nie oder fast nie aber, wenn man mit diesen Theilen den fleischigen und weichen Theil desselben Muskels, oder irgend einen Theil des Oberschenkels, in Verbindung setzt; daß es außerdem zum Gelingen des Versuchs erforderlich ist, daß der eine oder andere von den in Berührung tretenden Theilen mit Blut, oder einer andern viscidem oder salzigen, hinlänglich vom Wasser verschiedenen Feuch-

tigkeit, beschmiert sey; dafs daher die Contractionen bey Fröschen bald eintreten, bald wegbleiben, ohngeachtet diese aufs beste präparirt, und sehr erregbar sind; und dafs, wenn jene aus Mangel der Gegenwart einer solchen viscidien oder salzigen Feuchtigkeit, oder weil die Theile des Thieres zu rein, oder von dem Anhängenden durch Waschen befreyt sind, wegbleiben, sie von neuem erscheinen, nachdem man sie absichtlich mit etwas Blut verunreinigt, oder etwas Speichel, Salzwasser, oder besser, etwas von einer starken alkalischen Flüssigkeit, an dieselben gebracht hat.

§. 51.

Folgende Versuche werden Ihnen hinlänglich zeigen, wie nöthig diese Dazwischenkunft einer von dem Wasser hinreichend verschiedenen Feuchtigkeit zwischen den tendinösen Theil des Schenkels und den fleischigen des Rumpfes oder den weichen der Ischiadnerven, der mit jenem in Berührung treten soll, wie nöthig, sage ich, es zur Erhaltung wirklicher Contractionen sey, dafs man an die Berührungsstelle eine solche Feuchtigkeit bringe.

Nehmen Sie einen vollkommen und frisch präparirten Frosch, von dem Sie durch Versuche gefunden haben, dafs, wenn Sie den einen oder andern seiner Schenkel dergestalt umbiegen, dafs die oben genannte Sehne mit einem Theile des Rumpfs oder der Cruralnerven in Berührung kommt, die gewöhnlichen Contractionen entstehen. Sie werden dies weder beständig, noch bey jedem Frosche, erhalten, und nur bey sehr lebhaften Thieren dieser Art, die noch von der Präparation her mehr oder weniger, doch immer wenigstens

in einigem Grade, mit Blut verunreinigt sind, werden dieselben erscheinen. Trocknen Sie einen Frosch, der auf die beschriebene Art präparirt ist, und an dem Sie den Versuch mit Erfolg anstellten, d. h., der dabey wirklich in Contractionen gerieth, ab, oder waschen Sie ihn mit Wasser recht rein, und unterwerfen Sie ihn hierauf dem Versuch von neuem; Sie werden keine Contractionen mehr erhalten. Befeuchten Sie jetzt entweder den Theil der Sehne, oder den des Rumpfes oder der Nerven, welcher mit dem andern in Berührung kommen soll, mit einem oder etlichen Tropfen Salzwasser, Speichel, oder besser Kalialuflösung; die Contractionen erscheinen wieder, sobald beyde Theile sich berühren, und sind eben so stark, und noch stärker, als vorher, ohngeachtet der Frosch jetzt um vieles matter und schwächer ist, wie vorhin.

Der Versuch gelingt ebenfalls, wenn Sie, statt den Frosch mit der salzigen Flüssigkeit, die im Stande seyn könnte, denselben anzugreifen, vorzüglich, wenn es eine starke Alkalialuflösung ist, in unmittelbare Berührung zu bringen, ein Stückchen Schwamm, Löschpapier, u. dergl., mit derselben tränken, dieses an den Rumpf des Frosches unmittelbar bringen, oder es auch mit Hülfe eines andern feuchten Leiters damit in mittelbare Verbindung setzen, und darauf den Schenkel des Frosches, oder vielmehr die genannte Sehne desselben, mit diesem Schwamm- oder Papierstück, was mit der erwähnten Flüssigkeit befeuchtet ist, in Berührung setzen.

§. 52.

Es giebt noch mehrere Arten, Frösche durch bloße

Verbindung feuchter, oder Leiter der zweyten Klasse, in Contraction zu versetzen, ohne dabey einen Leiter der ersten Klasse, oder ein Metall, anzuwenden, indem man z. B. den Rumpf des Frosches in ein Glas oder Becken mit Wasser bringt, und dann mit dem einen seiner Schenkel, oder eigentlich dem oftgenannten tendinösen, mit der salzigen Flüssigkeit befeuchteten Theil derselben, jenes berührt; oder, indem man den Rumpf in eines, und die Schenkel in ein anderes Glas mit Wasser bringt, und darauf das Wasser beyder Gläser durch zwey Finger verbindet, an deren einen man vorher etwas Alkaliauflösung oder andere salzige Flüssigkeit gebracht hat; oder auch, indem man zum leitenden Bogen, statt der beyden Finger, ein Stück frisches Fleisch, oder eine starke saftige Sehne von irgend einem Thier, eine Scheibe Apfel oder andere Frucht, hartgekochtes Eyweiss, u. dergl., anwendet, deren eines Ende man gleichfalls mit Alkaliauflösung, u. s. w., befeuchtet.

Man erhält indessen bey Fröschen unter diesen Umständen bey weitem seltener Contractionen, als wenn man mit ihnen auf die in den vorigen §§. beschriebene Weise verfährt; selbst die auf diese letztere Art angestellten Versuche geben die erwartete Wirkung nicht immer, und wenn sie es thun, so geschieht dies in einem, in Vergleichung mit der, die sich erzeugt, wenn man zum leitenden Bogen, entweder zwey verschiedene Metalle, oder auch nur eins, was man aber zwischen zwey beträchtlich unter einander verschiedene feuchte Leiter gebracht hat, höchst schwachem Grade. Wirklich haben wir gesehen, daß man auf die eine sowohl, als auf die andere Art, selbst nur halb präparirte und nicht einmal ausgeweidete Frösche

in Bewegung versetzen kann, da im Gegentheil mit bloß feuchten oder Leitern der zweyten Klasse, so verschieden unter einander sie auch seyn, der Versuch, wie ich hier (§. 48.) sowohl, als vorzüglich in dem oben angeführten Briefe an den Abt Vaffalli, gezeigt habe, selbst dann nur schwer und selten gelingt, wenn die Frösche aufs vollständigste präparirt, und noch ganz frisch, folglich noch in sehr hohem Grade erregbar sind.

§. 53.

Indess ist auch in diesen Versuchen mit bloß feuchten, oder Leitern der zweyten Klasse, die Hauptbedingung, unter welcher das electriche Fluidum zu einer Strömung bestimmt wird, welche einen Frosch einigermaßen zu Contractionen veranlassen kann, diese, daß der Kreis aus drey oder mehr in gehörigem Grade verschiedenen Leitern gebildet werde. Weit entfernt daher, meinen Ideen und Grundsätzen entgegen zu seyn, oder sie gar aufzuheben, wie einige haben glauben wollen, bestätigen sie dieselben vielmehr aufs schönste, indem sie das von mir aufgestellte Princip, daß nemlich die Leiter oder Conductoren (*Conduttori*) durch heterogene Berührungen, d. i., zweyer verschiedener unter einander, zu Erregern oder Excitatorn (*Motori*) werden, weiter ausdehnen und allgemeiner machen, und dem schönen Gesetz, was daraus fließt, daß nemlich zur Entstehung eines electricen Stroms, u. s. w., der Kreis durchaus wenigstens aus drey verschiedenen Leitern gebildet seyn müsse, eine neue Bestätigung geben.

Sie sehen jetzt, worin das ganze Geheimniß, die ganze Magie des Galvanismus, besteht. Sie ist nichts, als eine, durch die Berührung heterogener Leiter in Bewegung gesetzte, künstliche Electricität. Diese verschiedenen Leiter sind es, welche hierbey thätig, welche die wahren Erreger derselben sind, und dies Gesetz gilt nicht etwan bloß für die Metalle oder die Leiter der ersten Klasse, wie man hätte glauben sollen, sondern, mehr oder weniger, für alle, nachdem sie ihrer Natur und Güte nach, mehr oder weniger von einander verschieden sind, und folglich auch in einigem Grade für die feuchten, oder die Leiter der zweyten Klasse. So lange Sie von diesen Gesetzen ausgehen, werden Sie alle bisher angestellten Erfahrungen leicht erklären können, ohne zu irgend einem eingebildeten andern Princip einer activen thierischen und den Organen eigenthümlichen Electricität, ihre Zuflucht nehmen zu dürfen; Sie werden mit Hülfe derselben sogar neue Versuche erfinden, und ihren Erfolg vorher sagen können, wie ich es gethan habe, und noch täglich thue. Verlassen Sie aber diese Grundsätze, so werden Sie in diesem weiten Feld von Versuchen nichts als Ungewissheiten, Anomalien und Widersprüche ohne Ende antreffen, und alles wird Ihnen ein unauflösbares Räthsel werden.

II.

Nachdem ich Ihnen einen Begriff von den dreyen Arten gegeben habe, auf welche sich, vermöge der bloßen Verbindung heterogener Leiter, sowohl Contractionen in den Muskeln, die dem Galvanismus unterworfen werden, vorzüglich den willkührlichen *), als Empfindungen, und zwar auf der Zunge Geschmack, der bald sauer, bald alkalisch ist, momentanes Leuchten im Auge, Schmerzen in Wunden und gewissen andern mit einer vorzüglichen Empfindlichkeit versehenen Theilen, (dergleichen die Ränder an den Augenliedern, beson-

*) Ich habe anderswo erwähnt, daß man die willkührlichen Muskeln, die sogenannten Flexores und Extensores, auf künstliche Weise, nicht bloß, wenn der electriche Reitz, welcher aus der Berührung verschiedener Metalle oder aus, durch irgend eine andere Ursache künstlich in Bewegung gesetzten Electricität, entsteht, auf sie unmittelbar, sondern auch, und vielleicht besser, wenn er auf die Nerven wirkt, welche sich in diese Muskeln verbreiten, und die eigentlichen Bewegungsnerven sind, leicht heftige Contractionen erleiden, die unwillkührlichen Muskeln im Gegentheil, wie die der Eingeweide, das Herz, u. s. w., durch den nemlichen electriche Reitz, schwerer und minder in Bewegung zu setzen sind, er werde unmittelbar auf sie, oder bloß auf die Nerven derselben, angebracht.

ders gegen den innern Winkel und die Thränendrüse, sind), erregen lassen, welche sämmtliche Phänomene ich entdeckt und den von Galvani beobachteten beygefügt habe: nachdem ich Ihnen, sage ich, einen hinlänglichen Begriff von den dreyerley Arten gegeben habe, auf welche man die electriche Flüssigkeit erregen und in Umlauf setzen, und dadurch jene Contractionen und Empfindungen hervorbringen kann; welche drey verschiedene Arten oder Verbindungen sich sämmtlich darauf reduciren, daß man wenigstens drey verschiedene Leiter in die Kette bringt; bey der ersten nemlich zwey Metalle oder Leiter der ersten Klasse von verschiedener Art, welche auf der einen Seite sich unmittelbar berühren, auf der andern aber durch einen oder mehrere feuchte oder Leiter der zweyten Klasse mit einander verbunden sind; bey der zweyten ein einziges Metall, welches zwischen zwey unter sich verschiedene und mit einander verbundene feuchte Leiter gebracht ist; bey der dritten endlich drey feuchte oder Leiter der zweyten Klasse, die aber alle unter einander verschieden sind: nachdem ich mich besonders über die zweyte und dritte Art *) weitläufig ausgelassen habe, weil sie die am wenigsten gekannten waren, kehre ich jetzt wieder zu der ersten, gemeinern und gewöhnlichern, bey der man verschie-

*) Von dieser letzten Art habe ich in dem oben angeführten dritten und vierten Briefe an den Abt Vassalli sehr weitläufig gehandelt.

dene Metalle anwendet, zurück, in Rücksicht welcher ich Sie, aufser dem, was ich bereits gegenwärtig, als in verschiedenen andern Schriften der vorigen Jahre, darüber gesagt habe, mit mehrern neuen Versuchen und Beobachtungen zu unterhalten habe, welche ich erst in den letztern Monaten anstellte, und die mich um vieles weiter gebracht haben.

§. 55.

Nachdem es ausgemacht ist, daß bey der Verbindung zweyer verschiedener Metalle, die sich mit ihrem einen Ende unmittelbar berühren, mit dem andern aber an einen feuchten Leiter gebracht sind, der sie beyde verbindet, dieser Verbindung zu Folge ein electriccher Strom, in der Fig. 164. z. B. in der Richtung *A Z a* *) erregt wird, so kann nunmehr

*) Diese Richtung nimmt der electricche Strom wirklich, wenn *A* Silber, und *Z* Zinn oder Zink, bedeutet, wie ich dies, noch ehe ich es wirklich entdeckte, der Vergleichung verschiedener Versuche dieser Art, vorzüglich den auf der Zunge erregten sauren oder alkalischen Geschmack betreffend, mit andern Phänomenen bey der Electrirmaschine zu Folge, angenommen, und bereits in meinen ersten Schriften über diese Materie angegeben hatte.

Ich habe darauf die Ordnung entdeckt und weiter bestimmt, in welche sich eine Menge Metalle, Halbmetalle, Kiese, u. s. w., in Hinsicht ihres Vermögens, electricches Fluidum abzugeben oder aufzunehmen, stellen, und sie in einiger meiner Schriften, vorzüglich aber in meinem dritten Briefe des Hn. Vassalli, in eine Tafel oder Scale gebracht, die ich in der Folge mit Zusätzen vermehrt und an mehrern Stellen etwas abgeändert habe. In dieser Tafel, welche nicht

die Frage entstehen, in und durch welche von den drey heterogenen Berührungen, die dabey Statt haben, das electrifche Fluidum den Impuls erhalte, welcher es zu dieser Strömung bestimmt? Ist es die wechselseitige Berührung der beyden Metalle *A Z*, und ist es diese allein, aus der die Action, welche das electrifche Fluidum erregt, d. h., zum Uebergang aus dem einen Metall in das andere reizt, hervorgeht? Oder rührt dieser Impuls einzig, oder vorzüglich, von den gegenseitigen Berührungen des feuchten Leiters *a* mit dem Metall *A* auf der einen, und dem Metall *Z* auf der andern Seite her; und wird der electrifche Strom in diesem Fall dadurch bestimmt, daß die aus diesen Berührungen hervorgehenden Kräfte nach einerley Richtung, oder daß sie in entgegengesetzten Richtungen aber mit ungleicher Stärke, wirken? Denn es ist denkbar, daß *Z* das Vermögen habe, das electrifche Fluidum an den feuchten Leiter *a*, mit dem es verbunden ist,

sonderlich von der verschieden ist, die Hr. D. Pfaff (s. dessen *Commentatio de Electricitate sic dicta Animalis*. Stuttgard. 1793. und die deutsche Uebersetzung derselben: Ueber thierische Electricität und Reizbarkeit. Göttingen 1794., vergl. Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 196. u. f.; ferner: Ueber thierische Electricität und Reizbarkeit. Ein Beytrag zu den neuesten Entdeckungen über diese Gegenstände, von D. C. H. Pfaff. Leipz. 1795. S. 60 u. f. 98. u. f.) bekannt gemacht, steht oben an der Zink, in der Mitte ohngefahr das Bley und das Zinn, gegen das Ende das Silber, und ganz zuletzt das Reifsbley, die Kohle und der Kupferkies. Hr. Pfaff (a. a. O.) giebt die letzte Stelle dem Braunstein.

abzugeben, *A* hingegen die Kraft besitze, es aus demselben an sich zu ziehen; aber eben so denkbar, und noch wahrscheinlicher, ist es, daß beyde Metalle dieses Fluidum nach dem genannten Leiter *a*, (oder jedem andern Leiter der zweyten Klasse), welchen sie berühren, treiben, und so beyde Kräfte einander entgegengesetzt seyn, die eine aber von ihnen der andern an Stärke überlegen, die nemlich, welche das electrische Fluidum aus *Z* nach *a* treibt, größer sey, als die, welche es aus *A* nach *a* zu bewegen sucht.

§. 56.

Ich gestehe es, daß ich mich im Vorigen sehr zur letzten Voraussetzung geneigt habe, daß ich nemlich die, das electrische Fluidum in Bewegung setzende Action, statt sie von dem wechselseitigen Contact der beyden Metalle unter einander herzuleiten, in die Berührung eines jeden von ihnen mit den feuchten, oder den Leitern der zweyten Klasse, gesetzt habe. Auch kann man wirklich nicht leugnen, daß nicht durch die Berührungen der Metalle mit diesen feuchten Leitern einige, bald stärkere, bald schwächere, Action bestimmt werde, wie alle in den vorigen §§. erzählten Versuche beweisen, in denen man in einem Frosch starke Contractionen dadurch erregt, daß man mit einem Bogen von bloß einem homogenen Metalle, auf der einen Seite Wasser oder einen andern wässrigen Leiter, und auf der andern eine mucilaginöse, salzige Flüssigkeit in Berührung bringt. Demohngeachtet aber haben mich neue erst vor Kurzem entdeckte Thatfachen überzeugt, daß bey der gewöhnlichen Art, Galvanische Versuche anzustellen, indem man nemlich zwey hin-

länglich von einander verschiedene Metalle an bloß wässrige, oder andere nicht beträchtlich von diesen verschiedene feuchte Leiter, applicirt, die erhaltene Wirkung weit mehr auf Rechnung des wechselseitigen Contacts dieser Metalle unter einander, als ihrer beyderseitigen Berührung mit den genannten feuchten Leitern, komme. Ohngeachtet es also außer Zweifel, und, wie ich bereits erwähnt habe, durch directe Versuche erwiesen ist, daß auch in jeder Berührung dieses und jenes mit den wässrigen Leitern einige Action entstehe, so zeigen dennoch eine Menge anderer sehr entscheidender Versuche, die ich Ihnen in Kurzem erzählen werde, aufs deutlichste, daß eine weit beträchtlichere Action sich an der Stelle entwickele, wo die beyden heterogenen Metalle einander unmittelbar berühren.

§, 57.

Es erzeugt sich sonach bey der wechselseitigen Berührung z. B. des Silbers mit dem Zinn, eine Action, eine Kraft, vermöge welcher das erstere electrische Fluidum abgiebt, das zweyte hingegen es aufnimmt, oder jenes dasselbe in dieses ergießt *). Diese Action erzeugt, wenn übrigens der Kreis durch feuchte Leiter vollständig gemacht wird, einen Strom, eine continuirliche Circulation dieses Fluidums, welches, der

*) In der (in der vorigen Anmerkung) angeführten Tabelle geben die untern Metalle. . . . das electrische Fluidum an die obern ab, und thun dies in um so größerm Grade, je weiter sie in derselben von einander abstehen.

oben (§. 55. u. Anm.) angezeigten Richtung gemäß, aus dem Silber nach dem Zinn, und von da durch den oder die feuchten Leiter wieder zurück nach dem Silber geht, um so, indem es von neuem nach dem Zinn *), u. s. w., strömt, das voriges Spiel zu wiederholen. Ist der Kreis nicht vollständig, (keine Kette geschlossen), so entsteht, wenn beyde Metalle isolirt sind, in dem Zinn eine Anhäufung des genannten Fluidums auf Kosten des Silbers, eine Electricität nemlich, die positiv oder plus ist in dem erstern, und negativ oder minus in dem letztern: eine Electricität, die zwar sehr geringe, und weit unter dem Grade ist, der nöthig wäre, um sich an den gewöhnlichen Electrometern durch Zeichen erkennen zu geben, mit der es mir aber doch endlich, und besser, als ich erwartete, gelungen ist, sie mit Hülfe meines

*) Einer meiner [Collegen und Ereunde, dem ich vor längerer Zeit die damals neuesten Versuche, über den Galvanismus gezeigt und zugleich erklärt hatte, hat dies in einem vortrefflichen Gedichte, welches die Verdienste die unsre Universität (Pavia) um jeden Theil der Naturwissenschaften hat, eben so gelehrt als poetisch durchgeht und schildert, und in dem unter andern auch jene Versuche über die thierische Electricität besungen werden, sehr schön ausgedrückt. Er schließt diesen Theil seines Gedichts mit folgenden Zeilen:

„E quindi in preda a lo stupor di parve

„Chiaro veder quella virtù, che cieca

„Passa per interposti umidi tratti

„Dal vile stagno al ricco argento, e torna

„Da questo a quello con perenne giro“

Mascheroni. Invito a Lesbia. Milano 1793. V.

Ritter Beytr. 1. Bd. 3. St.

4

Condensators der Electricität, und noch besser, mit dem Duplicator des Hn. Nicholson, einem Instrument von der sinnreichsten Erfindung, das mit dem Condensator auf gleichen Principien beruht, und das Sie in Ihrem Journal der Physik (B. II. S. 61-65.) *) beschrieben haben, wirklich bemerkbar zu machen, ja sogar sie bis zum Funken zu verstärken.

§. 58.

Ich will mich daher weder bey der Beschreibung der Construction dieses vortreflichen Instruments, noch bey der Sorgfalt und Aufmerksamkeit verweilen, die erforderlich ist, wenn die Versuche mit demselben, die leicht Irrthümern und Anomalien ausgesetzt sind, gelingen sollen. Eben so wenig will ich hier der vielen andern Entdeckungen erwähnen, welche ich mit diesem schätzbaren Instrument in den wenigen Monaten, die es sich in meinen Händen befindet, vom Frühjahr 1796 an nemlich, wo ich mir dasselbe zu verschaffen Gelegenheit hatte **), gemacht habe. Ich will hier bloß anführen, daß ich mit ihm Zeichen von negativer Electricität erhalte, aus einer Stange oder Platte Metall, einem Span Holz, Pappe, u. s. w., die

*) Die Originalabhandlung sehe man in *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Vol. LXXVIII.; for the year 1788. P. II. London. 1788. 4. p. 403 — 437.

V.

**) Es wurde unter meiner Leitung, von dem gelehrten Mechaniker und Aufseher des [physikalischen Kabinets der Universität] zu Pavia, dem Abt. Giuseppe Re, verfertigt.

V.

gehörig isolirt sind, und eine kurze Zeit hindurch an der Sonne, am Feuer, oder auch bloß an einem warmen Orte stehen, so daß sie durch Verdampfung einen Theil der ihnen adhärenden Feuchtigkeit verlieren; daß diese Stücken Metall, Holz, u. s. w., mir diese Zeichen von negativer Electricität noch deutlicher und schneller geben, wenn ich sie an einem Faden Seide aufhänge, und sie darauf zwey bis drey Minuten lang in der Luft gleich einer Schleuder schnell hin und her bewege, die Electricität komme im letztern Fall von der größern und schnellern Verdunstung, oder auch, da der Versuch sehr gut gelingt, wenn man auch diese Körper vorher ganz trocken gemacht hat, von der Reibung, die diese Körper an der Luft selbst erleiden, her; daß ich im Gegentheil von den nemlichen Stücken Metall, Holz, Pappe, u. s. w., Zeichen von positiver Electricität erhalte, wenn ich sie einige Zeit an einen kalten oder feuchten Ort bringe, damit sie sich mit neuen Dünsten beladen können.

Sie sehen, wie interessant diese Versuche sind, und wie sehr sie geeignet sind, meine an einem andern Orte aus einander gesetzte Theorie der natürlichen Electricität der Atmosphäre, die ich aus der Bildung und Erhebung der Dünste von der Erde, und der darauf folgenden Verdichtung derselben in den kältern Luftschichten, ableite, zu bestätigen, und in ein helleres Licht zu setzen. Was kann man mehr verlangen, nachdem ich, ohne zu einer forcirten Verdampfung meine Zuflucht zu nehmen, sehr leicht Zeichen von negativer Electricität auch bey einer gelinden und natürlichen Verdampfung, und eben so Zeichen von positiver Electricität durch eine bloße langsame

und natürliche Verdichtung der Dämpfe, an welchem Ort es auch sey, selbst in einem verschlossenen, erhalte?

§. 59.

Auf dieselbe Art nun, um wieder auf unsern Gegenstand zurückzukommen, auf welche ich mit Hülfe des Duplicators die schwächste Electricität einer Metallstange oder Platte, eines Spans Holz, eines Streifen Pappe, oder irgend eines andern isolirten Leiters, der Dämpfe verloren oder aufgenommen, sich dieselbe hat entziehen lassen, oder mit neuen beladen hat, welche Electricität im ersten Fall negativ oder minus, im letztern aber positiv oder plus ist; auf dieselbe Art, sage ich, auf welche ich diese äußerst schwachen Electricitäten bis zu dem Grade verstärke, daß sie sich am Electrometer durch die deutlichsten Zeichen, ja selbst durch Funken, zu erkennen geben, auf dieselbe Art, und mit derselben Leichtigkeit, mache ich die eben so schwache und noch schwächere Electricität bemerklich, die ein isolirtes Metall bey der bloßen Berührung von einem andern von ihm verschiedenen, isolirten oder nicht isolirten, erhält. Ich will von den vielen Versuchen, die ich in dieser Hinsicht angestellt habe, nur einige anführen, welche hinreichen werden, dies deutlich zu machen, und die allen übrigen Versuchen dieser Art zur Norm dienen können.

§. 60.

Erster Versuch.

Nachdem ich den Duplicator einige Stunden, ja einen oder mehrere Tage, in Ruhe, und seine drey

messingenen Scheiben unter einander und mit der Erde in Verbindung gelassen habe, bis ich glauben kann, daß aller Rückstand von der in den vorigen Versuchen vorhandenen Electricität sich völlig daraus verloren habe*),

*) Es ist äußerst schwer, um nicht zu sagen unmöglich, den Duplicator von aller Electricität wieder so gänzlich zu befreyen, daß nicht der geringste Ueberschuß oder Mangel von electrischem Fluidum in der beweglichen Scheibe desselben mehr zugegen sey; ein Minimum, was nicht ein Hundert-, ja kaum ein Tausendtheil eines Grades ausmacht, ist hinreichend, um durch 20, 30, 40 oder mehr Umdrehungen der Maschine bis zu 2, 4 und mehr Graden heranzuwachsen.

Es ist nicht so schwer, die Metallscheiben von ihrer rückständigen Electricität zu befreyen, als vielmehr den Antheil derselben wegzubringen, der sich über die Grenzen der Isolation hinausbegeben hat, und fest an den Oberflächen der bloßen oder mit Siegellack überzogenen Glasäulen, auf welchen jene Scheiben ruhen, hängen bleibt. Und, hat man auch vermittelt einer langen Ruhe und den erforderlichen Berührungen allen Rückstand von diesen isolirenden Flächen gänzlich weggenommen, so erhält man durch eine größere Anzahl von Umdrehungen, z. B. durch 60, 80 u. s. w., dennoch Zeichen von Electricität, welche Electricität von der beweglichen Scheibe bey ihrer Umdrehung aus der Luft aufgesammelt, oder in ihr durch die Verdampfung der ihr anhängenden Feuchtigkeit, wodurch sie trockner wird, oder die Verdichtung der Dämpfe, welcher sie feuchter macht, oder auch durch die Reibung, die sie von der Luft erleidet, neuerdings erregt wird. Ueberhaupt wird es nie fehlen, daß man mit einer größern oder geringern Anzahl von Umdrehungen, aus dem Duplicator nicht jederzeit deutliche Zeichen von Electricität erhalte.

Diesem ohngeachtet aber lassen sich dennoch mit dem Duplicator, die Electricitäten von Körpern sehr gut entdecken

hebe ich jene Verbindungen auf, so dafs nun die bewegliche Scheibe sowohl, als die beyden andern unbeweglichen, jede besonders, isolirt sind. Hierauf bringe ich mit jener beweglichen, oder mit einer der unbeweglichen melsingenen Scheiben, eine Silberplatte auf eine beliebige Zeit in Berührung, nehme sie wieder weg, und fange jetzt an, die bewegliche Scheibe in Umdrehung zu versetzen. Nach 20, 30, 40 Umdrehungen schon, nachdem die Berührung mehr oder minder vollkommen war, (und das Instrument in besserem Zustande und die Luft trockner ist), erscheinen in der beweglichen Scheibe Zeichen von positiver Electricität, wenn das Silber mit ihr in Berührung gestanden hatte, die unbeweglichen Scheiben hingegen geben Zeichen von negativer Electricität, die durch jene veranlaßt sind; war aber das Silber mit einer der unbeweglichen Scheiben in Berührung, so ist das Verhältniß umgekehrt, diese nemlich geben Zeichen von positiver, und jene von negativer Electricität; in beyden Fällen deuten sich diese Electricitäten an sehr empfindlichen Electrometern mit Goldblättchen sowohl, als auch an minder empfindlichen Strohalm- Electrometern, mit denen die genann-

und beurtheilen, die unter einander, oder mit den Scheiben desselben, in Berührung kommen, so bald nur, wie in unseren Versuchen diese Electricitäten gröfser sind, als jene im Duplicator an sich vorkommenden, die ich zufällige nenne. Erstere haben, um bemerklich zu werden, bey weitem nicht so viele Umdrehungen der Maschine nöthig, als diese.

ten Scheiben, jede für sich, communiciren, an, und wachsen, wie die Zahl der Umdrehungen zunimmt.

§. 61.

Zweyter Versuch.

Statt jene Messingscheibe mit einer Platte Silber zu berühren, bringe man sie mit einer von Zinn in Verbindung; die berührte Scheibe wird vermittelt des gewöhnlichen Spiels, und zwar bey einer mindern Anzahl von Umdrehungen, als vorhin, Zeichen von negativer, und die unberührten folglich von positiver Electricität, geben.

Das nemliche, und noch weit schneller, hat Statt, wenn die genannte Scheibe von Messing von einer Platte Zink berührt wurde.

§. 62.

Man ersieht hieraus, dafs, wenn das Silber an das Messing, (aus welchem die Scheiben des Duplicators bestehen), electrisches Fluidum abgiebt, das Zinn und der Zink im Gegentheil von diesem Messing welches empfangen, oder dafs dieses an jene, und in grösserer Menge, am meisten an dem Zink, davon abgiebt; genau im Verhältnifs der Ordnung und Entfernung, in welcher sich diese Metalle in der von mir construirten, und oben (§. 55. Anm.) erwähnten Tabelle oder Scale zu und von einander befinden.

Dritter Versuch.

Man nehme Scheiben oder Platten von verschiedenen Metallen, als von Silber, Messing, Eisen, Bley, Zinn, Zink, u. s. w., die ohngefähr drey Zoll im Durchmesser haben. Es ist von keinem sonderlichen Vortheil, wenn sie grösser sind; nachtheilig aber würde es seyn, wenn sie um ein beträchtliches kleiner wären; übrigens muß man sie durch gläserne . . . Fußgestelle oder Säulen bequem isoliren können. Man bringe also eine isolirte Silberplatte mit der Fläche einer isolirten Zinnplatte auf kurze Zeit, oder auch nur auf einen Augenblick, in möglichst genaue Berührung; das Silber wird durch diese kurze Berührung mit dem Zinn eine negative, letzteres aber, das Zinn, eine positive Electricität erhalten haben, welche Electricitäten, wenn sie nicht unmittelbar bemerkbar sind *), dies sehr leicht werden, wenn man den Duplicator zu Hülfe nimmt, mit welchem man entweder, welches vortheilhafter ist, beyde Platten, die eine von ihnen nemlich mit der beweglichen, die andere hingegen mit einer der unbeweglichen Scheiben des Duplicators, oder, was auch hinreichend ist, bloß die von Zinn, mit diesen oder

*) Wir werden in der Folge sehen, daß sich die Electricitäten dieser Metallplatten an empfindlichen Electrometern unter günstigen Umständen wirklich auch unmittelbar sehr gut wahrnehmen lassen, ohne daß man erst der Hülfe des Duplicators dazu bedürfte.

mit jener auf wenige Augenblicke in Berührung bringt. Wenige Umdrehungen des Duplicators sind hinreichend, die positive Electricität der Zinn-, und die negative der Silberplatte, so weit zu verstärken, daß sie nicht nur für das sehr empfindliche Bennet'sche, sondern auch für andere minder empfindliche Electrometer, bemerkbar werden.

§. 64.

Vierter Versuch.

Man isolire nur die eine von beyden Platten, und bringe sie mit der Fläche der andern nicht isolirten in Berührung: auf diese Art wird die Electricität, welche die erstere hiernach zeigt, und die negativ ist, wenn die Platte von Silber, positiv aber, wenn sie von Zinn ist, beträchtlich stärker seyn, und mit Hülfe des Duplicators, dem man sie mittheilt, weit eher bemerklich werden.

§. 65.

Fünfter Versuch.

Wie sich das Silber mit dem Zinn verhält, so verhält sich ebenfalls das Zinn mit dem Zink, genau wie es die Stelle mit sich bringt, die diese Metalle in der mehrmals angeführten Tafel der metallischen, oder der Leiter der ersten Klasse, behaupten. Stellt man daher den Versuch mit den beyden letzten an, so wird, wie in den vorigen Versuchen das Zinn, jetzt der

Zink, Zeichen von positiver, das Zinn hingegen, wie oben das Silber, von negativer Electricität geben.

§. 66.

Sechster Versuch.

Wie in der erwähnten Tabelle oder Scale Zink und Silber sehr weit von einander entfernt, und beym Galvanismus oder der Erregung von Muskelcontractionen, Geschmacksempfindung, u. s. w., ganz vorzüglich thätig sind, eben so bringen sie auch in unsern Versuchen, wenn zwey Platten von ihnen einander berühren, eine sehr starke Wirkung hervor, indem ihre auf diese Art erregten Electricitäten, von denen die des Zinks positiv, die des Silbers hingegen negativ ist, beynahe schon ohne den Duplicator *), durch wenige Umdrehungen desselben aber in sehr hohem Grade, bemerkbar sind.

§. 67.

Siebenter Versuch.

So bin ich auch vermittelst dieser mit einander ingehöriger Berührung gewesenen Platten von Silber und Zink sehr leicht im Stande, die Rückstände von Electricität, welche in dem Duplicator gemeinlich zurückblei-

*) Man sehe die vorige Anmerkung.

ben, und von denen er so schwer zu befreyen ist *), zu zerstören, oder auch in die umgekehrte zu verwandeln. Der Duplicator sey kurz vorher in Thätigkeit gewesen; die Electricität der beweglichen Scheibe z. B. sey positiv, die der unbeweglichen negativ, und bis zu mehreren Graden gestiegen gewesen, und ein Theil von ihr sey aus den Scheiben an die Isolatoren derselben übergetreten, und an ihrer Oberfläche hängen geblieben. Wenn ich durch Berührung mit den Fingern oder andern Körpern, oder dadurch, daß ich den Duplicator einige Minuten in Ruhe liefs, die Electricität der Scheiben so weit reducirt habe, daß sie sich an dem Electrometer durch kein Zeichen mehr unmittelbar, wohl aber nach 4, 5, oder mehr Umdrehungen, zu erkennen giebt, so kann ich diese rückständige Electricität nach Belieben aufheben oder auch in die entgegengesetzte verwandeln, d. i., in der beweglichen Scheibe, welche noch etwas positive Electricität zurückhielt, die negative, und in den unbeweglichen, die einen Antheil negativer zurückhielten, die positive hervorbringen, dadurch, daß ich jene bewegliche Scheibe mit einer vorher durch die Berührung mit einer Zinkplatte (negativ) electrifirten Silberplatte, oder mit diesen unbeweglichen eine auf gleiche Art durch eine Silberplatte (positiv) electrifirten Zinkplatte, zusammenbringe, oder noch besser dadurch, daß ich, nachdem ich die Scheiben mit diesen Platten berührt habe, die Maschine in Bewegung setze, und sie eine mäßige Anzahl Umdrehungen machen lasse.

*) Man sehe die Anmerkung zu §. 60.

Achter Versuch.

Nehme ich zwey Platten von Metallen, zwischen denen nur eine geringe Verschiedenheit Statt findet, oder was gleichviel ist, die in der gedachten Scale nur um wenige Grade von einander entfernt sind, wie z. B. Silber und Messing, Messing und Eisen, Eisen und Bley oder Zinn, so gelingt es mir nicht, die durch die wechselseitige Berührung beyder erregten Electricitäten bemerklich zu machen, wenn ich nicht den Duplicator vorher durch die erforderlichen Berührungen und eine stundenlange Ruhe von seiner vorigen Electricität befreyt habe, und selbst dann sind noch eine Menge Umdrehungen, 20, 40, z. B. und mehr, dazu nöthig.

Neunter Versuch.

Aber auch mit Platten von Silber und Zink erhält man keine sonderliche und keinesweges so beträchtliche Wirkung, wie der siebente Versuch verspricht, wenn der wechselseitige Contact beyder nicht in ihrer ganzen Oberfläche, oder wenigstens einem grossen Theile derselben, sondern bloß in einer geringen Fläche, oder wohl gar nur an den Seiten, Statt hatte. Man darf dann nicht erwarten, durch sie die in dem Duplicator nach einer kurzen Ruhe noch zurück gebliebene Electricität in die entgegengesetzte verwandeln zu können, da in diesem Fall die letztere die noch übertrifft, welche jene Platten erhalten haben können. Selbst, wenn man

nach einer Ruhe des Duplicators von vielen Stunden glauben kann, daß nun jedes Residuum von der vorigen Electricität aus ihm verschwunden sey, selbst dann wird man diese neue Electricität jener Platten erst durch viele Umdrehungen der Maschine, durch 30, 40, z. B. und mehr, einigermaßen bemerklich machen können.

§. 70.

Zehnter Versuch.

Eben so schwach ist die erhaltene Electricität, wenn zwar beyde Platten in ihren ganzen Flächen sich berühren, diese aber in einem beträchtlichen Grade rauh und uneben sind. Sind diese im Gegentheil ganz glatt und eben, und, worauf ebenfalls viel ankommt, recht rein und polirt, so ist die zu erhaltende Wirkung über Erwarten groß. Die Electricität, mit welcher die Metallplatten eine solche Berührung verlassen, läßt sich ganz ohne Beyhülfe des Duplicators bemerklich machen, in dem man sich dazu des bloßen Condensators bedient, wie ich an einem andern Ort zeigen werde *).

§. 71.

Aus allem diesem ersieht man, daß, je ausgedehnt-

*) Ja selbst auch ohne diesen läßt sie sich, wie ich vorhin (§. 63. Anm.) schon erwähnt habe, an einem hinlänglich empfindlichen Electrometer unmittelbar wahrnehmen,

ter die Berührung der beyden verschiedenen Metalle, und je gröfser die Anzahl von Punkten ist, in der sie geschieht, auch die Menge electrifches Fluidum, welche sich in dem einen auf Kosten des andern anhäuft, um so gröfser sey. Dies hat mich auf die Vermuthung gebracht, dafs diese leichtere und stärkere Anhäufung des genannten Fluidums in dem Zinn z. B., und die ihr entsprechende Abnahme desselben in dem Silber, nicht sowohl von der grofsen Anzahl der Berührungspunkte, als von der Ausgedehntheit und der Nähe der gegen einander gebrachten Flächen, herrühre, vermöge deren, in dem sich, (den bekannten Wirkungen der electrifchen Atmosphären zu Folge), die entgegengesetzten Electricitäten einander das Gleichgewicht halten und sich gegenseitig binden (*softenendosi*), die eine Platte eine gröfsere Menge electrifches Fluidum aufnehmen, und eben so die andere eine gröfsere Menge verlieren könne, bis die Intensität oder Spannung der Electricität (*tensione elettrica*) den Grad erreicht hat, bey welchem sie von der sehr geringen Cohibenz der Metalle (*picciolissima coibenza de' metalli*) nicht mehr zurückgehalten werden kann.

Wir wollen annehmen, (und vielleicht werde ich zeigen können, dafs diese Annahme der Wahrheit sehr nahe kommt), dafs diese Cohibenz der Metalle, welche überhaupt, wie bekannt, weit mehr Leiter als Nichtleiter (*coibenti*) sind, $\frac{1}{200}$ Grad des Electrometers mit feinen Strohhalmen betrage *). Diesemnach werden

*) Eigentlich und an sich erreicht die Cohibenz der Metalle, die ich ihre ursprüngliche (*originaria*) nen-

das Silber und der Zink bey ihrer wechselseitigen Berührung, (vermöge welcher das electriche Fluidum aus dem einen in das andere übertritt), wobey sie isolirt sind, soviel Verlust auf der einen und Zuwachs auf der andern Seite, erleiden können, als dazu gehört, den gegenseitigen Ueberfluß und Mangel von Electricität bis auf $\frac{1}{200}$ Grad, zu bringen, und nicht mehr. Zu diesem $\frac{1}{200}$ Grad nun ist eine weit größere Menge von electricchem Fluidum erforderlich, wenn, wie oben in unserm Fall, die beyden Körper, welche entgegen-

nen will, und unter der ich den Widerstand verstehe, welchen jene Metalle dem Übergang des electricchen Fluidums aus dem einen in das andere, wenn bey ihrem wechselseitigen Contact sich keine andere Kraft weiter entwickelt, indem wegen der Gleichartigkeit derselben dabey keine erregende Potenz (*potenza motrice*), und folglich auch keine von ihr herrührende Wirkung, Statt hat, einzig dadurch entgegenzusetzen, daß ihr Leitungsvermögen einigermaßen unvollkommen ist. Bloß da also, wo jene erregenden Potenzen einer vorhandenen Heterogeneität der Metalle zu Folge, eine wirksame Action entwickeln, und diese in den sich berührenden Oberflächen beyder Körper in dem electricchen Fluidum eine Störung des Gleichgewichts hervorzubringen und zu unterhalten sucht, nur da wird das Leitungsvermögen derselben bis auf den Grad vermindert, oder ihre Cohibenz so weit erhöht, daß sie, wie wir angenommen haben, $\frac{1}{200}$ Grad erreicht; eine Höhe, zu den sie indess nur bey der Berührung sehr verschiedener Metalle gelangt, indem bey andern minder von einander verschiedenen diese erhöhte Cohibenz, die ich, zum Unterschied von der ursprünglichen, die zufällige (*accidentale*) nennen werde, verhältnißmäßig kleiner seyn muß.

gesetzte Electricitäten haben, die einander auf diese Art das Gleichgewicht halten und sich gegenseitig binden, in grossen Flächen und recht nahe an einander gebracht sind, als wenn dies nicht, oder nur in geringem Grade und unvollkommen, Statt hat. Daher kommt es, daß das Silber eine weit grössere Menge von electrischem Fluidum verliert, und folglich auch der Zink weit mehr erhält, wenn sie auf diese Art an einander gebracht sind, als wenn sie einander in einem Winkel oder in geringer Fläche, berühren, und daß sie, wenn sie hierauf getrennt werden, eine Electricität von nicht mehr $\frac{1}{200}$, sondern von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad zeigen, und wer weis, ob man nicht noch dahin gelangen wird, sie auf 1 ganzen Grad und noch höher zu bringen *)?

§. 72.

Ueberhaupt schien es mir, daß diese Phänomene vorzüglich auf den Principien des Condensators, (bey denen ich mich hier nicht aufhalten darf, da Sie Ihnen bekannt genug sind), beruhen, und daß dies besonders der Grund sey, warum eine ausgedehnte und genaue Zusammenbringung der Metallplatten mit Flächen, die so glatt und eben als möglich sind, so vortheilhaft sey, nemlich, daß das Ganze mehr an der Nähe dieser Flächen, als auf der grössern Menge ihrer Berührungspunkte unter einander, beruhe. Dies wa-

*) Daß mir dies wirklich gelungen sey, wird sich bey anderer Gelegenheit zeigen.

ren gleich von Anfange meine Gedanken, zu deren Bestätigung ich folgende Versuche anstellte.

§. 73.

Eilfter Versuch.

Ich nehme eine recht glatte und ebene Silberplatte, in der sich drey kleine Löcher befinden, die ganz durch dieselbe hindurch gehen, und durch ihren gleich grossen Abstand von einander ein gleichseitiges Dreyeck bilden. In diese Löcher bringe ich von unten auf drey kleine Schraubchen, die gleichfalls von Silber sind, dergestalt, das ihre Spitzen kaum $\frac{1}{10}$ Linie, oder nach Gefallen auch mehr oder weniger, über die vollkommen glatte und ebene obere Fläche der Platte hervorstehen. Auf diese silberne Platte nun bringe ich eine gleichfalls recht glatte und ebene andere von Zink. Man bemerkt sogleich, das beyde Platten in nicht mehr als drey Punkten, in denen nemlich, die durch die Spitzen der drey in der untern, der Silberplatte, befindlichen Schraubchen, gebildet werden, mit einander in Berührung stehen. Beyde ebne Oberflächen derselben aber sind einander sehr nahe, und können sich folglich gegenseitig die Dienste eines Condensators leisten; wirklich aber ist auch die Quantität von electricchem Fluidum, die sich in der Zinkplatte auf Kosten der Silberplatte anhäuft, und die dadurch in beyden entstandene Electricität, die bey ersterer positiv, und bey letzterer negativ ist, gross genug, um durch eine mässige Anzahl von Umdrehungen des Duplicators bemerkbar zu werden.

Zwölfter Versuch.

Ich vermindere jetzt das Hervorstehen der Schraubenspitzen über die Silberplatte dergestalt, daß zwischen den Flächen beyder Platten ein so kleiner Zwischenraum übrig bleibt, daß er das feinste Papier, und selbst das Licht kaum, hindurch läßt. Nun aber sind auch die Electricitäten, welche beyde Metallplatten unter diesen Umständen erhalten, der größern Nähe ihrer Oberflächen gemäß, beträchtlicher, als im vorigen Versuch, und stehen denen nicht sonderlich nach, welche jene erhalten, wenn man die Schraubchen völlig zurückgezogen hat, und beyde Flächen einander durchaus berühren.

Dreyzehnter Versuch.

Hierauf bringe ich die eine Platte mit der andern in einem Winkel, oder nur mit den äußersten Rändern, oder zwar horizontal, aber nur an einem kleinen Theil des Randes, in Berührung. Auf diese Art ist die Anzahl der Berührungspunkte ganz gewiß größer, als in den beyden vorigen Versuchen, in denen sich beyde Platten nur in drey Punkten berührten; dieser zahlreicheren Berührungspunkte ohngeachtet aber ist die Electricität, welche ich jetzt erhalte, da hier nicht die große und ausgedehnte Näherung der ebenen Flächen beyder Platten Statt hat, die zur Condensation der Electricität erforderlich ist, bey weitem schwächer, als

in den vorigen Versuchen, so dafs ich weit mehr Umdrehungen des Duplicators anwenden mufs, um sie bemerklich zu machen.

§. 76.

Wenige Punkte wirklicher Berührung äufsern also, wenn sie mit einer Menge andern in Verbindung stehen, die sich einander sehr nahe befinden, eine stärkere Wirkung, als jeder gröfsere Contact, wo aber die einander gegenüber befindlichen Oberflächen um vieles kleiner, oder einander nicht in dem Grade genähert sind. Eben so ist es erwiesen, dafs, obgleich durchaus eine wirkliche Berührung der verschiedenen Metalle unter einander erforderlich ist *), um in ihnen das electriche Fluidum in Bewegung zu setzen, und zu verursachen, dafs das eine dasselbe verliert, indess das andere es aufnimmt, doch wenige Punkte, in denen dieselbe Statt hat, dazu hinlänglich sind, und dafs, wenn eine ausgedehntere Berührung eine gröfsere Wirkung hervorbringt, dies nicht sowohl von der gröfsern Anzahl der Berührungspunkte, in und durch welche jene Metalle zu Erregern werden, als von den übrigen, die sich nicht berühren, einander aber doch ausseror-

*) Ich habe indess einigen Grund zu der Vermuthung, dafs auch ohne alle wirkliche Berührung die blofse Nähe der beyden Flächen zweyer verschiedener Metalle schon hinreichend sey, um in ihnen einige wenige Electricität hervorzu- bringen. Fernere Versuche, die ich mir hierüber anzustellen vorgenommen habe, werden im Stande seyn, diese Vermuthung zu bestätigen oder zu widerlegen.

dentlich nahe sind, und die beyden Metallplatten in den Stand setzen, einander auf die vortrefflichste Weise die Dienste eines Condensators zu leisten, herrühre.

Berühren sich daher meine Platten oder andern Metallscheiben heterogener Art in grossen Flächen, so sind sie Excitatoren (Erreger) und Condensatoren zugleich; berühren sie sich hingegen nur unter einem Winkel, oder auf eine andere Art so, daß sie sich nur kleine, oder auch grosse, nur einander nicht genug genäherte Oberflächen, darbieten, so wirken sie bloß als Excitatoren, und wenig oder gar nicht, als Condensatoren. Hieraus erklärt sich, warum der Effect im ersten Fall so groß, im letzten hingegen so gering, ist, wie man findet, wenn man den Erfolg der oben beschriebenen Versuche 3 u. f. w., und vorzüglich 7, 9 und 10 u. f., mit einander vergleicht.

§. 77.

Ich gehe jetzt weiter, um durch directe Versuche zu erweisen, was ich oben (§. 56.) bereits erwähnt habe, nemlich, daß die Metalle ihre Eigenschaft, durch Berührung mit andern, vorausgesetzt nur, daß sie verschiedener Art sind, das electriche Fluidum in Bewegung zu setzen, es abzugeben oder aufzunehmen, u. f. w., ebenfalls auch äußern, wenn sie mit feuchten, oder mit Leitern der zweyten Klasse in Berührung kommen; nur daß unter diesen Umständen der Grad, mit dem es geschieht, im Allgemeinen, und wenn man sie mit wässrigen, oder vom Wasser wenig verschiedenen Leitern, zusammen bringt, weit geringer ist, als unter jenen.

Ich sage: im Allgemeinen, und wenn die Leiter, die man mit den Metallen in Berührung bringt, rein oder fast rein wässriger Art sind; denn die electriche Action, welche sich bey der Berührung einer Menge salziger Flüssigkeiten, vorzüglich gewisser Säuren, mit gewissen Metallen, und der concentrirten Alkalien mit fast allen Metallen, erzeugt, ist häufig stärker und ausgezeichnet, als die, welche die wechselseitige Berührung zweyer wenig von einander verschiedenen Metalle hervorbringt, wie die hierüber bereits an ihrem Orte (§. 23. und 24.) erzählten Versuche zeigen, in denen ein entweder unvollkommen präparirter, oder nur in schwachem Grade erregbarer Frosch, den man auf die gewöhnliche Art in zwey Gläser mit Wasser gebracht hat, in Ruhe bleibt, wenn man den Kreis mit zwey solcher wenig verschiedenen Metalle, wie Silber und Kupfer, Messing und Eisen, u. s. w., schließt, da er im Gegentheil heftig bewegt wird, wenn man beyde Gläser durch einen Bogen aus bloß einem Metall, z. B. aus Eisen allein, oder aus Zinn allein, verbindet, an dessen eines Ende man etwas starkes Salzwasser, Salpetersäure, oder Alkaliaauflösung gebracht hat.

§. 78.

Ich beschränke mich also auf die Leiter der wässrigen oder diesen nahe kommenden Art, und wähle dazu grünes Holz, feuchtes Leder, feuchtes Papier, mit Wasser getränkte Ziegeln oder andere Steine poröser Natur. Alle diese Körper bringe ich einzeln und isolirt mit Platten von Silber, Messing, Zinn, Zink, u. s. w., in Berührung, trenne diese hierauf von jenen, und neh-

me dann , wie gewöhnlich , den Duplicator zu Hülfe. So finde ich, daß sie alle von ihrem electrifchen Fluidum verloren haben, oder eine negative Electricität erhalten haben. Diese negative Electricität ist indessen sehr geringe , vorzüglich beym Zink, und bey weitem kleiner als die, welche eine Platte Silber, die man an eine von Zinn applicirt, oder auch als die, welche dieses Zinn erhält, wenn man es mit einer Platte Zink verbindet, geschweige denn als die, welche jenes erste Metall bey der Berührung mit diesem letzten erhält. Diese Electricität der Metallplatte, die mit einer von jenen feuchten Materien in Berührung stand, ist, die Platte sey übrigens von Zink, Zinn, Silber, oder von welchem Metall sie wolle, so klein, daß, um sie entdecken zu können, der Duplicator von aller fremden Electricität befreyt seyn muß, (welches, wie wir gesehen haben, nur durch eine lange Ruhe desselben zu erhalten ist), und selbst dann sind noch eine Menge Umdrehungen erforderlich, um sie bis zu einem bemerkbaren Grade zu verstärken.

§. 79.

Ich darf nicht unterlassen , in Rücksicht dieser Versuche noch die Bemerkung zu machen, daß es gut, ja daß es selbst nothwendig sey , daß der Leiter der zweyten Klasse, als Holz, Leder, Papier, Elfenbein, u. s. w., mit denen man jene Metallplatten in Berührung bringt, zwar bis zu einem gewissen Grade, so weit nemlich, daß sie dadurch zu guten Leitern werden, feucht seyen, daß sie dies indess nicht in zu hohem Grade seyn dürfen, so daß das Metall, was mit ihnen in Berührung kommt, davon ganz nass wird, weil,

wenn im letzten Fall bey der Trennung der Platte von dem feuchten Leiter, eine Schicht oder Ueberzug von Wasser an ihrer Fläche hängen bleibt, es nicht mehr das Metall ist, was sich von dem wässrigen Leiter trennt, sondern sich bloß Wasser von anderem Wasser, ein homogener Leiter von dem andern, trennt, sich unter solchen Umständen aber keine Electricität zeigen kann, so wenig, als sich in einer Silberplatte welche zeigen könnte, die man an mehrere über einander gelegte Blättchen Zinn brächte, von denen bey der Wegnahme der Silberplatte eines an dieser hängen bliebe.

§. 80.

Ich habe kaum nöthig, zu erinnern, daß aus denselben Gründen die Platte eben so wenig einige Electricität zeigen kann, wenn man sie mit dem Wasser selbst in Berührung bringt und wieder davon trennt, nicht etwan darum, als ob durch diesen Contact das electrische Fluidum nicht in Bewegung gesetzt würde, und das Metall keines an das Wasser, mit dem es in Berührung ist, abgäbe; welches letztere vielmehr um so leichter und reichlicher geschieht, je ausgedehnter und vollkommener diese Berührung ist; sondern, weil bey der Trennung der Platte vom Wasser, diese eine Schicht davon mit sich wegnimmt, die genau so viel Ueberschuß von electrischem Fluidum enthält, als der Mangel desselben in der berührten Fläche des Metalls beträgt.

§. 81.

So liegt auch hierin noch der Grund, warum die Oberflächen der Metallplatten recht trocken seyn müssen, wenn man dadurch, daß man die eine von ihnen

mit der andern in Berührung bringt, und sie darauf wieder trennt, einen merklichen Grad von Electricität erhalten will.

§. 82.

Wenn jene Stücken Papier, Leder, Stein, Holz, u. f. w., statt zu feucht zu seyn, es zu wenig, und auf diese Art als sehr unvollkommene oder solche Leiter, die den Schlag der Leidner Flasche nicht durchzulassen im Stande sind, sich mehr der Natur der Nichtleiter (*coibenti*), oder der durch Reiben electrifirbaren Körper, nähern, so kann die Berührung solcher Körper mit Metallplatten in letztern einen Grad von Electricität hervorbringen, der den übertrifft, welchen diese Platten durch die Berührung unter einander erhalten, so verschieden von einander sie auch seyn mögen; und noch stärker ist dieselbe, wenn man, statt bey der einfachen Berührung stehen zu bleiben, sie stark gegen einander drückt, stößt oder reibt; auch wird die Electricität, die diese Metallplatten durch Drücken, Stossen, u. f. w., mit solchen nicht hinlänglich feuchten Körpern erhalten, nun nicht jederzeit mehr negativer Art, wie es der Fall ist, wenn diese Körper gehörig feucht sind (§. 78.), sondern in einer Menge von Fällen positiver Beschaffenheit, seyn.

Das Weitere von diesen Versuchen *) würde mich

*) Ich werde bey einer andern Gelegenheit eine lange Reihe von Versuchen über die Art und den Grad von Electricität erzählen, welche Platten von verschiedenen Metallen, durch die bloße Zusammenbringung (*Simplice applicatione*)

indess zu sehr von meinem Gegenstande abführen; ich behalte es mir daher für einen andern Ort vor.

ohne beträchtlichen Druck, durch die Zusammenbringung mit starkem Druck (*pressione*), durch den Stofs (*percoffa*), durch Reiben (*strofinamento*), in Flächen oder an den Rändern, mit verschiedenen Arten von Nichtleitern oder sogenannten idioelectrischen Körpern, mit Halbleitern (*semiconduttori*), mit Körpern, die mehr Leiter als Nichtleiter sind, mit allmählig immer vollkommenern Leitern, und endlich mit andern ihres Gleichen, d. i., indem man eine Platte Metall mit einer andern, aus einem von jenem verschiedenen Metalle bestehenden, zusammenbringt, erhalten; über welche letztere Art, so viel ich auch in gegenwärtigem Briefe bereits über sie gesagt habe, noch vieles zu sagen übrig bleibt. Diese Reihe von Versuchen liefert Resultate, die eben so sonderbar als neu sind; einzeln genommen würden viele derselben keiner Regel unterworfen, und eben so viele Anomalien zu bilden scheinen, durch ihre Zusammenstellung aber ist es mir gelungen, sie auf gewisse Gesetze zurückzuführen.

Die vorzüglichsten dieser Gesetze oder allgemeinen Resultate sind:

1) Dafs die Electricitäten, welche diese Metalle mit einem jeden von jenen Körpern erhalten, der Art sowohl als dem Grade nach verschieden sind, nicht blofs nach der Verschiedenheit dieser oder jener, sondern auch, nachdem sie auf die eine oder die andere der angezeigten Arten mit einander zusammengebracht werden,

2) Dafs das Silber, das Zinn, und mehrere andere Metalle, im Allgemeinen die negative Electricität erhalten, oder in dem größten Theile dieser Versuche minus electrifch werden; während im Gegentheil einige andere, vorzüglich der Zink, eine positive Electricität erhalten, oder plus electrifch werden,

3) Dafs sie alle, selbst der Zink, minus electrifch, ob-

gleich nur in sehr schwachem Grade, werden, wenn sie mit leichtem oder starkem Druck an Tuch, Papier, Leder, Holz, Elfenbein, u. s. w., gebracht werden, die hinlänglich feucht sind, um gute Leiter zu seyn.

4) Dafs starkes Drücken der Metallplatte, welcher Art sie auch sey, gegen diese Körper, wenn sie mehr zu viel, als zu wenig feucht sind, und eben so Stossen, oder Reiben, nicht merklich mehr bewirkt, als die einfache, bloß von einem gelinden Druck, der hinreicht, um eine genaue Berührung hervorzubringen, begleitete Zusammenbringung, indem nemlich das Metall davon nur einen sehr schwachen Grad von Electricität erhält (3.).

5). Dafs auch bey den Metallen die einfache Zusammenbringung, die bloße Berührung, alles thut, so dafs daher hier jeder Druck oder Reibung überflüssig ist.

6) Dafs im Gegentheil bey minder feuchten Körpern, und in dem Verhältniß, als sie sich mehr der Natur der Nichtleiter nähern, ein stärkerer Druck der Metallplatte gegen sie, zur Erregung der Electricität im Allgemeinen wirksamer ist, als die einfache Zusammenbringung, oder ein gelinder Druck; dafs man durch Stossen die Wirkung noch mehr verstärkt, die stärkste aber durch Reiben hervorgebracht wird.

7) Dafs der Unterschied der Wirkungen nach der Verschiedenheit der Art der Application am stärksten ausfällt bey Metallplatten, wenn man sie mit wahren oder vollkommenen Nichtleitern zusammenbringt; so dafs keine oder fast keine Electricität erregt wird durch die einfache leichte Zusammenbringung der Metallplatte z. B. mit einer Scheibe Glas, Schwefel, u. s. w., eine starke durch Drücken, eine weit stärkere noch durch Stossen, und die allerstärkste endlich durch Reiben beyder gegen einander.

8) Dafs übrigens die einfache Berührung der Metalle mit solchen Körpern, die keine völligen Nichtleiter sind, aber auch nicht zu vieler Feuchtigkeit wegen in zu hohem Grade leiten, d. h., mit solchen, die ich mit dem Nahmen Halbleiter belege, in diesen Metallen mehr oder

weniger eine negative Electricität; daß der Druck hingegen in ihnen eine schwächere negative, ja bisweilen sogar eine positive Electricität hervorbringt; daß beym Stofs diese Neigung der Metalle zur positiven Electricität entschiedener, und daß sie noch entschiedener ist bey dem Reiben beyder Körper gegen einander, vorzüglich an den Rändern.

So wird z. B. eine Silberplatte, die man mit einem Stück Papier zusammenbringt, das weder zu trocken, noch zu feucht ist, bey der einfachen Berührung ohne merklichen Druck 1 Grad $E -$, bey einem mäßig starken Druck ebenfalls noch 1 bis 2 Grade $E -$, beym Stofs weniger als 1 Grad $E -$, oder gar keine, oder auch einigen Grad von $D +$, und beym Reiben constant $E +$, und zwar 3, 4, oder mehr Grade derselben, erhalten. Eine Zinkplatte erhält unter gleichen Umständen bey der einfachen Berührung weniger als 1 Grad $E -$, beym Druck 2 bis 3 Grade $E +$, durch Stossen 4 bis 6 Grade ebenfalls $E +$, und durch Reiben endlich 10, 12, und noch mehr Grade derselben $E +$.

V.

III.

In meinem zweyten im August vorigen Jahres an Sie geschriebenen Briefe, habe ich Ihnen bloß einen Theil von den Versuchen mitgetheilt, mit deren Hülfe es mir gelungen ist, die durch die einfache Zusammenbringung und wechselseitige Berührung zweyer verschiedener Metalle unter einander erregte Electricität, auch minder empfindlichen Electrometern bemerkbar zu machen, diejenigen nemlich, welche ich bis dahin mit Zuziehung des Nicholson'schen Duplicators angestellt hatte; ich habe daselbst (§. 57. und 70.) nur flüchtig erwähnt, daß ich auch mit meinem einfachen Condensator der Electricität das nemliche bewirkt habe. Ich will Sie daher zum Beschluß der Abhandlung über meinen Gegenstand noch mit dem andern Theile dieser Versuche, welche ich seit jener Zeit beträchtlich erweitert und vervollkommnet habe, so wie mit andern noch weit einfacheren, durch welche ich vor kurzem dahin gelangt bin, von den mit einander in Berührung gestandenen Metallen geradezu Zeichen von Electricität zu erhalten, ohne mich dazu selbst des Condensators zu bedienen *),

*) Man vergleiche die Anmerkungen zu den §§. 63. 70. und 71. V.

unterhalten ; Versuche , die um desto klärer und entscheidender sind , je einfacher sie sind.

§. 83.

Man hat zu diesen Versuchen nichts weiter nöthig, als Platten von verschiedenen Metallen , wie ich sie bereits im vorigen Briefe (§. 63.) beschrieben habe, und ein Bennet'sches Electrometer mit Streifen des feinsten Goldblatts, (wiewohl auch ein Electrometer mit zarten Strohhalmen *) dazu tauglich , d. h., empfindlich genug seyn kann): zu den übrigen gehört außerdem noch eine kleine Leidner Flasche und ein kleiner Condensator; zu letzterem kann sehr bequem eine von jenen Platten, und ein Stück Wachstuch dienen, an welches man erstere gehörig applicirt. Um bey den einfachsten anzufangen, wiederhole man die Versuche des bereits angeführten §. 63. und der folgenden 64., 65., und 66., nur mit dem einzigen Unterschied, daß man keine der mit einander in Berührung gestandenen Platten nach ihrer Trennung mehr mit dem Duplicator, den wir von jetzt an ganz weglassen wollen, sondern sogleich unmittelbar mit dem Kopf oder Hut eines sehr empfindlichen Electrometers in Berührung bringt; die

*) Die Beschreibung dieser Electrometer mit Strohhalmen, welche ich mit Vorthail an die Stelle der Pendel von feinem Messingdrath, an deren Enden sich Kügelchen von Hollundermark befanden, gebracht habe, kann man in meinen Briefen über die electriche Meteorologie, nachsehen, die in den Journalen des Hn. Brugnatelli abgedruckt sind.

Pendel desselben, die Goldblättchen, werden etwas divergiren, und damit einige Electricität anzeigen, welche positiv oder negativ seyn wird, nach der Natur des Metalls, welches man untersucht, und des andern, mit dem dies vorher in Berührung stand, wie dies bereits im vorigen Briefe weiter auseinander gesetzt ist worden.

§. 84.

Diese Divergenz ist, wenn die Umstände günstig sind, nicht so klein, daß man etwa die Augen anstrengen müßte, um sie zu erkennen; sie ist keinesweges zweydeutig, wenn auch das Electrometer nicht das empfindlichste ist; kurz, sie ist größer, als ich geglaubt hatte, sie erwarten zu dürfen. Mit zwey Platten, einer von Silber und einer von Zink, die beyde recht glatt sind, und sich gehörig dergestalt berühren, daß sie merklich mit einander cohäriren; die ich ferner, ehe ich sie zur wechselseitigen Berührung bringe, recht gut mit Löschpapier u. s. w. abreibe, um sie ganz trocken, rein und glatt zu machen; die ich in die möglichst genaueste Berührung unter einander setze, und darauf auf einmal und senkrecht von einander trenne; mit solchen Platten und unter Anwendung einer solchen Aufmerksamkeit, und wenn sich auch das Übrige in guter Ordnung befindet, d. h., wenn die Isolation dieser Platten und des Electrometers vollkommen, und die Luft ganz trocken ist, glückt es mir, die Goldblättchen gleich aufs erste Mal, d. h., durch eine einzige Berührung der Silber- oder Zinkplatte mit dem Hute des Electrometers, gleich nachdem ich sie aus einander genommen habe, um mehr denn eine Linie, darauf zwey, ja bis auf drey gute Linien, durch zwey,

drey oder vier Berührungen mit der Platte nemlich, divergiren zu machen; hat das Electrometer mit der Platte einen gleichen Grad von Electricität erlangt, so ist es unnütz, die Berührungen desselben mit dieser noch ferner zu wiederholen.

§. '85.

Eine so beträchtliche Electricität, durch bloße einfache Berührung verschiedener Metalle erhalten, ist in der That etwas Bewundernswürdiges, und alle Sachverständige, denen ich diesen Versuch zu zeigen Gelegenheit hatte, sind darüber erstaunt. Er hat noch den Vorthail, daß man, da die Divergenz der Pendel des Electrometers so groß ist, durch die bekannten Hülfsmittel leicht entdecken kann, welcher Art die Electricität bey den verschiedenen Metallen, ob nemlich positiv oder negativ, sey. Auf diese Weise findet man die des Silbers negativ, indem sich die Pendel des Electrometers, dem man sie mitgetheilt hat, einander nähern oder weiter von einander entfernen, nachdem man ihm eine geriebene Glas- oder Siegellackstange nähert; und umgekehrt die des Zinks positiv, da die Divergenz bey der Annäherung der Glasstange zunimmt, bey der Siegellackstange hingegen abnimmt, u. s. w.

§. 86.

Ich habe (im vorigen Briefe, §. 64.) bereits bemerkt, daß, wenn die übrigen Umstände gleich bleiben, man mehr Electricität erhält, wenn man, statt die beyden Metalle, während sie mit einander in Berührung stehen, isolirt zu halten, es so einrichtet, daß

das eine von ihnen mit dem Boden communicirt, um auf diese Art die Dienste eines Condensators vollkommener verrichten zu können, dessen Principien, wie ich oben (§. 72. u. f.) gezeigt habe, in diesen Versuchen wirklich Statt haben. Durch ein solches Verfahren bringe ich die Divergenz der Goldblättchen des Benet'schen Electrometers (§. 84.) bis auf 2, 3 Linien, und unter günstigen Umständen auch noch etwas höher, und die meines Electrometers mit feinen Strohhalmen fast bis auf 1 Linie *). Bey dem Verfahren nach der andern Art hingegen, wo ich beyde Platten isolirt halte, kann ich diese Divergenz nur bis auf die Hälfte, und kaum so hoch bringen, welches mit dem übereinstimmt, was ich im vorigen Briefe (§. 63. und 64.) von ähnlichen Versuchen erzählt habe.

§. 87.

Einen allgemeinen Grund hiervon, und welcher zur Erklärung jenes Factums hinreichen könnte, giebt uns die Theorie des Condensators an die Hand, welche, (wie ich in den angeführten §§. des vorigen Briefes gezeigt habe), in den Versuchen mit zwey verschiedenen Metallplatten allerdings Statt hat, und welcher zu Folge es erforderlich ist, daß die untere Platte nicht isolirt sey, wenn die obere die größtmögliche Menge Electricität zu fassen im Stande seyn soll. Ich halte es

*) Das Electrometer mit Goldblättchen, und das mit Strohhalmen, dessen ich mich bediene, ist so eingerichtet, daß das erste genau 4 Mal empfindlicher ist, als das zweyte.

indess nicht für unnütz, wenn ich hier eine genauere und unferm Falle angemessenere Erklärung davon gebe. Zuerst mache ich bemerklich, dafs, wenn die Metalle, in sofern sie *Erreger (motori)* der Electricität sind, die electriche Flüssigkeit zur Bewegung reitzen, und, sobald sie zur gegenseitigen Berührung kommen, dieselbe zu einer Art von aufgehobenem Gleichgewicht bestimmen, und nöthigen, aus dem Silber z. B. nach dem Zink über zu treten, und in diesem sich auf Kosten des erstern anzuhäufen, sie auf der andern Seite, in sofern sie *Leiter (conduttori)* der Electricität sind, nicht so bald durch diese Aufhebung des Gleichgewichts einige electriche Intensität (*tensione elettrica*) erhalten haben, als sie dieses electriche Fluidum wieder zurückzubringen und in das vorige Gleichgewicht zu versetzen streben. Aus diesen beyden entgegengesetzten Kräften mufs ein Maximum, eine Grenze, für die Anhäufung des electricen Fluidums in dem einen der sich berührenden Metalle sowohl, als für die Verdünnung desselben in dem andern, hervorgehen. Wir wollen annehmen, dafs diese Grenze bey der vollkommensten Berührung einer Silberplatte mit einer andern von Zink eintrete, wenn der Unterschied in der gegenseitigen Dichtigkeit des electricen Fluidums gleich 2 geworden ist. Sind beyde Platten während ihrer Berührung isolirt, so wird sich diese Grenze eintfinden, sobald das Silber 1 verloren, und der Zink 1 erhalten hat, womit wirklich die Differenz oder Aufhebung des Gleichgewichts, und dadurch die Tendenz, es wieder herzustellen, gleich 2 werden wird; die Electricität also, welche jedes dieser beyden Metalle, nachdem sie von einander getrennt werden, zeigen,

und die beym Silber negativ, beym Zink hingegen positiv seyn wird, wird nicht gröfser als 1 seyn können. Ist hingegen blofs der Zink isolirt, und das Silber mit der Erde in Verbindung gesetzt, in welchem Fall letzteres aus der Erde nach und nach immer soviel electrisches Fluidum wiedererhält, als es an den Zink abgiebt, so wird es ihm bis zur genannten Quantität, nemlich bis 2, davon abtreten können, dafs also die positive Electricität, welche dadurch dieser Zink erlangt, $= 2$ seyn wird. Läßt man im Gegentheil den Zink ohne Isolation, und isolirt blofs das Silber, so wird ersterer, indem er alles das electrische Fluidum, welches er aus letzterem erhält, an den Boden absetzt, letzterem bis zur angezeigten Menge gleich 2 davon entziehen, und dieses nach aufgehobener Berührung eine negative Electricität $= 2$ zeigen können.

§. 88.

Es ist leicht, diese Erklärung auf andere Verbindungen von verschiedenen Metallen anzuwenden, wenn man nur hierbey daran denkt, dafs die erregenden Kräfte (*forze motrici*), (welche, sie haben ihren Grund in einer Anziehung oder einer Abstoßung gegen das electrische Fluidum, oder in was für einer Kraft es auch wolle, sich doch zuletzt immer in einen Impuls auflösen, den jenes Fluidum erhält), bey jeder derselben, wie ich schon an vielen Stellen dieser Briefe erwähnt habe, merklich verschieden sind; so dafs in Verbindung mit ihrem Leistungsvermögen (*facoltà conduttrice*), welches man bey allen fast gleich groß annehmen kann, daraus für jede der verschiedenen Verbindungen von Metallen ein verschiedener Grad der

Aufhebung des Gleichgewichts der electricischen Flüssigkeit, u. s. w., hervorgeht. Setzt man daher den Grad der Aufhebung dieses Gleichgewichts bey Silber und Zink $= 2$ (s. d. vorig. §.), so wird er nur $= 1$, oder etwas drüber oder drunter seyn, bey Silber und Zinn, und Zinn und Zink; er wird ohngefähr $= \frac{1}{2}$ seyn bey Silber und Messing, Messing und Eisen, und Eisen und Zinn; bey andern noch weniger in Rücksicht ihrer erregenden Kräfte verschiedenen, als bey Gold und Silber, wird er $= \frac{1}{4}$, und noch geringer, seyn; bey noch anderen Verbindungen endlich wird diese Entfernung vom Gleichgewicht ganz klein oder unschätzbar, $= 0$ aber nur dann seyn, wenn die Metalle durchaus in jeder Rücksicht, z. B. in der Art, der Temperatur, der Politur, u. s. w., einander völlig gleich sind, unter welchen Umständen keine Wirkung Statt hat, indem die auf beyden Seiten einander vollkommen gleichen erregenden Kräfte sich gegenseitig das Gleichgewicht halten, und verursachen, daß beyde mit einander verbundene Metalle sich wie bloße Leiter verhalten, und auch nach der vollkommensten wechselseitigen Berührung nicht die mindeste Electricität zeigen.

§. 89.

Bis hierher nahm ich an, daß die Berührung der beyden Metalle in sehr großen, ganz ebenen, trocknen und glatten Oberflächen, und so genau, als nur irgend möglich ist, geschehe; ferner, daß sie von einander auf einen Zug und senkrecht getrennt würden, indem man nemlich ihre Flächen so lange unter einander parallel erhält, bis die Trennung vollendet, und sie weit genug von einander entfernt sind. Nur unter

Beobachtung dieser Vorficht, und wenn die übrigen Umstände recht günstig sind, und das Wetter trocken ist, damit die nöthigen Isolationen in vollkommenem Zustande bleiben, alles Dinge, die ich oben (§. 84.) bereits als nöthig vorgeschrieben habe: nur unter solchen Umständen erhalte ich aus meinen Metallen wirklich so starke Grade von Electricität, als ich angegeben habe. Sind diese Bedingungen nur einigermaßen mangelhaft, so gelingt es mir nicht mehr, die Blättchen des Bennet'schen Electrometers auf drey, ja fast nicht einmal mehr auf zwey Linien, divergiren zu machen: und so nach Verhältniß auch bey den übrigen Metallen. Wenn man auch alle mögliche Sorgfalt und Aufmerksamkeit darauf verwendet, so gelingt es demohingeachtet nicht, die Berührung beyder Platten immer gleich vollkommen zu bewerkstelligen, wie der bald stärkere, bald geringere, und oft ganz fehlende Zusammenhang beyder beweist, den man bey dem Auseinandernehmen derselben gewöhnlich zu bemerken pflegt; daher kommt es, daß die Metalle nach ihrer Trennung das eine Mal oft einen ganz andern Grad von Electricität zeigen, als das andere; daß beyde, die Silber- und die Zinkplatte, selten so viel Electricität erhalten haben, daß davon die Blättchen des Bennet'schen Electrometers bis zu 3 Linien divergirten; daß diese oft nur um 2 Linien aus einander gehen, u. s. w. Sind die Flächen der Platten beträchtlich uneben, rauh oder schmutzig, so daß sie bey ihrer Zusammenbringung nicht merklich cohäriren, so wird es öfters geschehen, daß die Silber- und die Zinkplatte nur so viel Electricität erhalten, daß davon die Goldblättchen des Electrometers nur um 1 oder $1\frac{1}{2}$ Linien bewegt werden; geringer wird diese

Divergenz seyn, wenn man die eine Platte auf die andere nur zur Hälfte, oder zu einem noch kleineren Antheil ihrer Flächen, bringt; und noch geringer wird sie seyn, wenn man sie gar nicht mehr parallel, sondern unter einem Winkel, oder nur in wenigen Puncten, an einander bringt; wenn die Berührung bloß an den Rändern Statt hat; oder wenn eine solche Berührung im Winkel oder der bloßen Ränder bey der Trennung beyder Platten dadurch entsteht, daß man die eine gegen die andere neigt, oder diese Trennung sonst auf eine schlimme Art geschieht: in allen diesen Fällen werden dergleichen Zink- und Silberplatten nach ihrer Trennung so schwache Electricitäten zeigen, daß sie dem empfindlichsten Electrometer kaum einige oder gar keine Zeichen davon, mittheilen: viel weniger werden unter ähnlichen Umständen minder von einander verschiedene Platten, u. s. w., dergleichen geben.

§. 90.

Der Grund davon, warum so viel darauf ankommt, daß die Berührung der beyden Platten in so vielen Puncten, und so genau, als möglich, geschehe, und man die Flächen der gleichen, ebenen und reinen Platten auf die bestmögliche Art mit einander verbinde, ist der, daß, indem sich die entgegengesetzten Electricitäten in zwey auf solche Art zusammen gebrachten Metallplatten auf gewisse Art aufheben (*compensandosi*), (und dies um so besser, je ausgedehnter die Flächen, in denen sie sich berühren, und je näher sie einander sind), dieselben sich gegenseitig binden (*so-stengono*), dergestalt, daß sie beyde an Menge zunehmen können, ohne einander zu vernichten: wie ich

dies aus den bekannten Principien und Gesetzen der Wirkung der electricischen Atmosphären und ihrer besondern Anwendung auf den Condensator, bereits im vorhergehenden Briefe (§. 71 — 76.) erklärt habe.

§. 91.

Wir nahmen dort an, daß die sehr geringe Cohibenz, welche das zwischen zwey sich berührenden Metallen aus dem Gleichgewicht gesetzte electricische Fluidum zurückhalten kann, und es in dem Zink, in dem es vermöge der bloßen Berührung mit dem Silber angehäuft wird, wirklich zurückhält, so daß es aus jenem in dieses nicht wieder zurückfließt; wir nahmen an, sage ich, daß diese Cohibenz $\frac{1}{200}$ Grad gleich sey. Diese bereits in der Anmerkung zu §. 71. des vorigen, und in §. 87. des jetzigen Briefes einigermaßen erörterte Sache, die ich hier in ein noch etwas helleres Licht zu setzen wünschte, reducirt sich darauf, daß aus der Zusammensetzung der erregenden und der leitenden Kräfte, von denen die letztern bey allen Metallen ziemlich dieselben, die erstern aber bey jedem derselben verschieden sind, eine gegebene bestimmte electricische Kraft oder Intensität von Electricität resultirt, deren eine gegebene Verbindung zur wechselseitigen Berührung gebrachter Metalle fähig ist, und die mit ihrem Leitungsvermögen bestehen kann, welches in diesem Conflict einigermaßen eingeschränkt oder geschwächt wird, und so einem gegebenen Grade von zufälliger Cohibenz Platz macht, die weit größer ist, als die natürliche oder ursprüngliche Cohibenz dieser Metalle, d. i., als die, welche diesen Metallen zukommt, wenn sie mit andern ihres gleichen zusammen sind, wo-

bey keine erregenden Kräfte zugleich thätig sind. Ein solches Gleichgewicht zwischen den erregenden Kräften, d. i. denen, welche das electriche Fluidum der sich berührenden Körper in dem einen auf Kosten des andern anzuhäufen streben, und den leitenden Kräften, d. i. denen, welche allen gegenseitigen Ueberschuß oder Mangel wieder aufzuheben suchen; ein solches Gleichgewicht beyder Kräfte, sagen wir, hat zwischen Silber und Zink, wenn man mit diesen den Versuch anstellt, Statt, wenn die electriche Intensität $\frac{1}{200}$ Grad, welches das Resultat aus der Zusammensetzung jener Kräfte ist, erreicht hat.

§. 92.

Nun setze man, wie ich es zu thun pflege, die Menge von electriche Kraft, welche eben anfängt, einem Electrometer mit, drey gute Zoll langen und sehr feinen Strohhalm, bemerklich zu werden, und die Spitzen der letztern um $\frac{1}{2}$ Linie *), die Goldblättchen

*) So fein auch diese Strohhalmen sind, und so nahe sie auch an einander hängen, ohne sich zu berühren, so wird doch nicht viel fehlen, daß der Zwischenraum zwischen beyden schon an sich $\frac{1}{2}$ Linie betrage; ist also jene Electricität nicht wenigstens so stark, daß sie die Strohhalmen um diese Weite von einander zu entfernen vermag, so wird sie für dieses Electrometer nicht bemerkbar seyn. Berühren die Strohhalmen bey ihrem natürlichen Herabhängen einander, so wird ihre wechselseitige Adhäsion es kaum zulassen, daß sie eine Electricität von $\frac{1}{2}$ Linie und selbst drüber, in den Zustand der Trennung versetzte; daher müssen sie zwar sehr nahe an einander und parallel hängen, sich aber keinesweges berühren.

des Bennet'schen Electrometers aber, welches, ob es gleich noch beweglicher und empfindlicher seyn könnte, dies doch sehr genug ist, wenn es viermal empfindlicher, als jenes mit sehr langen und feinen Strohhalmen, ist, um 2 Linien divergiren macht; diese Menge von electricischer Kraft, sage ich, setze man gleich 1 Grad: diesem nach werden die positiven und negativen Electricitäten, welche Platten von Zink und Silber nach ihrer wechselseitigen Berührung erhalten, wenn sie die Goldblättchen an Bennet's Electrometer um 2 und 3 Linien divergiren machen, wie sie es unter günstigen Umständen wirklich thun (§. 84. 86. 89.), 1 und $1\frac{1}{2}$ jener Grade gleich seyn. Wenn aber die Cohibenz der genannten Metalle, oder besser, die electricische Intensität, deren sie fähig sind, nur $\frac{1}{200}$ Grad gleicht (s. d. vorig. §.), wie war es möglich, daß ihre Electricität bis zu einem ganzen Grade und darüber gelangte? Wie konnten diese Metalle bey ihrer wechselseitigen Berührung eine so große und starke Electricität zurückhalten?

§. 93.

Die Beantwortung dieser Fragen, die auf den ersten Anblick unauflösbar scheinen, und eine der größten Paradoxien in der Electricitätslehre bilden, findet sich in dem, was ich in dieser Rücksicht bereits im Vorigen gesagt habe. Man darf sich bloß daran erinnern, daß beyde mit ihren glatten Oberflächen in gehörige Berührung gebrachte Metallplatten, sich gegenseitig die Stelle eines Condensators vertreten, dergestalt, daß ein Quantum von Electricität, zu Folge welcher die eine oder andere Platte nach der Trennung 1, $1\frac{1}{4}$

bis $1\frac{1}{2}$ Grad Kraft zeigt, vorhin, als diese Platten noch in gegenseitiger Berührung standen, so viel von ihrer Intensität verlor, (und sie wird dies auch jetzt noch, wenn man diese Platten von neuem auf dieselbe Art mit einander verbindet), dass diese auf einen höchst kleinen Bruch eines Grades, auf $\frac{1}{100}$ ohngefähr, $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{200}$, zurückgebracht wurde, je nachdem die Condensation auf 100, 200, 300 Male oder mehr, stieg.

§. 94.

Ich hatte bereits gefunden, dass ein guter gewöhnlicher Condensator, der in einer mässig ebenen, keinesweges sehr geglätteten metallenen Platte oder (*scudo*, Schild) und einer Platte von Marmor, oder einem andern ähnlichen Halbleiter, die eben so wenig vollkommen eben gemacht ist, welche Platten daher nur mässig gut, also gar nicht aufs beste, an einander schliessen, dass ein solcher Condensator unter günstigen Umständen schon mehr, als 100 Mal condensire, und über 150 Mal ein anderer, dessen ich mich häufig mit grossem Vortheil bediene, und der in einer Art von Handschuh aus feinem Wachstuch, (welches aber alt seyn muss, damit es nicht zu klebrich, aber auch nicht zu alt seyn darf, damit es nicht ein zu schlechter Leiter, oder ein Nichtleiter, sey), besteht, welchen, nachdem ich ihn an die Hand gezogen habe, ich unmittelbar und mit einem mässigen Drucke, an eine Platte von drey Zoll im Durchmesser bringe, welche sich auf dem Hute des Strohhalm- oder des Goldblättchen-Electrometers befindet. So finde ich, dass, je besser sich eine Fläche an die andere anschliesst, und je genauer ihre Berührung mit derselben ist, je mehr werden beyde, unter übr-

gens gleichen Umständen, geschickt, die Function des Condensators zu verrichten, vorzüglich innerhalb den Grenzen einer sehr schwachen Intensität. Es ist daher weder unmöglich, noch unwahrscheinlich, daß bey unsern vollkommen ebenen Metallplatten, wenn sie sich mit ihren grossen, reinen und trocknen Oberflächen berühren, die Condensation nicht auf 200 Mal und drüber, vielleicht bis auf 300 Mal steige, in Rücksicht einer Electricität, die in ihrer grössten Stärke unter 2 Grad bleibt.

§. 95.

Nimmt man nun die letzte Grösse, d. i., 300, für die Grösse der Condensation an, wenn man mittelst der vollkommensten und besten Berührung, und unter sonst günstigen Umständen, in der Zink- oder Silberplatte nach der Trennung eine Electricität von $1\frac{1}{2}$ Grad, oder die das Bennet'sche Electrometer auf 3 Linien divergiren macht (§. 92.), erhält, (welches beynahe das höchste ist, was ich habe erhalten können), so wird man finden, daß die electricische Kraft oder die Intensität der Electricität, während der wirklichen Berührung, nicht mehr als $\frac{1}{200}$ Grad betrug. Aber dies übertrifft das Maximum der Intensität nicht, welches aus der Zusammensetzung der erregenden und leitenden Kräfte resultirt; und so sieht man, wie jene in den feuchten Metallplatten, ihres leitenden Vermögens ohngeachtet, gebunden und zurückgehalten werden konnte, welches letztere den ihm entgegen wirkenden erregenden Kräften bis zu jenem Grade nachgeben mußte, und so als mit einem gewissen Grade von Cohibenz verbunden, zu betrachten war; eine Cohibenz, die

mehr zufällig, als ursprünglich, und überhaupt weit größer, als diese, ist; welches alles mit dem übereinstimmt, was ich bereits an mehr als einem Orte gesagt und weiter aus einander gesetzt habe (s. §. 71. u. 72. des vorigen, und §. 87. und 91. des gegenwärtigen Briefes).

Geht die Condensation nicht höher als bis 200, oder nur bis auf 150, welches sich vielleicht der Wahrheit, (wenigstens, wenn die sich deckenden Flächen der Platten nicht ganz gleich und eben, glatt und polirt, und nicht auf die beste Art mit einander in Berührung gebracht sind), mehr nähert, und erreicht die Electricität, welche man erhält, nur 1 Grad, d. i., macht sie die Goldblättchen des Electrometers um nicht mehr als 2 Linien divergiren, so wird es hinreichend seyn, die Cohibenz dieser Metalle $\frac{1}{200}$, oder mehr noch, sie $\frac{1}{250}$ Grad gleich zu setzen.

§. 96.

Diese Cohibenz der Metalle ist, auch wenn man sie noch etwas größer, ja wenn man sie selbst zu $\frac{1}{200}$ Grad annehmen wollte, von so geringer Bedeutung, daß ihre Zulassung keinen Schwierigkeiten unterworfen seyn kann, selbst wenn man diese GröÙe für die der ursprünglichen annehmen wollte; um wie viel weniger also wird man eine solche Cohibenz dem Leitungsvermögen jener Metalle widersprechend finden können, wenn man sie als zufällige, d. i., als Resultat aus dem Conflict dieses Leitungsvermögens mit den ihm entgegenwirkenden erregenden Kräften, die bey der Berührung der Metalle in Thätigkeit gesetzt werden, zu betrachten hat (vergl. die angeführten §§.).

§. 97.

Aus dem, was ich im Vorigen über die Kräfte der Condensatoren, in Rücksicht dessen nemlich, wie durch ihre Vermittelung eine so große Anhäufung von Electricität zu Stande kommen kann, sowohl, als was ich über das Maximum der electricischen Intensität, welches bey dem Contact zweyer Metalle, aus der Zusammenfetzung der erregenden und leitenden Kräfte resultirt, und der ihm correspondirenden Cohibenz entspricht, mit der diese Intensität im Gleichgewicht steht, welches Maximum wir bey der Berührung des Silbers und Zinks unter einander $= \frac{1}{200}$ Grad gesetzt haben (§. 91. u. f.); aus dem, sage ich, was ich im Vorigen über beyde gesagt habe, wird nun klärer und deutlicher werden, was ich oben (§. 89. 90.) schon einigermaßen erörtert habe, nemlich: wie und warum, wenn die genannten Platten von Silber und Zink nicht ganz eben sind, oder schlecht an einander anschliessen; wenn sich bey der Berührung in nur wenigen Punkten ausserdem nicht wenigstens noch eine Menge anderer oder sehr ausgedehnte Flächen einander äusserst nahe sind; wenn sie sich bloß unter einem Winkel berühren, oder nur in einem kleinen Theil über einander liegen; sie unter solchen Umständen nach der Trennung eine Electricität, die weit geringer ist, als die bisher beobachtete, die nicht $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{10}$ Grad erreicht, und kaum für das empfindlichste Bennet'sche Electrometer bemerkbar ist, oder auch dies nicht einmal kann, wenn man nicht vorher den Duplicator des Hn. Nicholson auf die in dem vorigen Briefe beschriebene, oder auch meinen Condensator, auf die Art, wie ich es bald angeben werde, zu Hülfe nimmt. Das nemliche ist

es, wenn beyde Metallplatten mit vollkommen reinen platten und trocknen Flächen zwar aufs beste an einander anschliessen, man sie aber in dem Augenblick, als man sie aus einander nimmt, gegen einander neigt, oder sie eine auf der andern hinzieht, und die Zahl der Punkte der Berührung oder grossen Nähe, und die Flächen, die einander ganz nahe sind, einen Augenblick vorher, ehe die Trennung vollendet ist, sehr klein sind. Man sieht leicht ein, dass unter solchen Lagen und Umständen, die Electricität in weit geringerem Grade condensirt werden muss, als wenn beyde Metalle in ausgedehnten Oberflächen an einander gebracht, und sich, wenn auch nicht in allen, doch in vielen Punkten, berühren, indess eine Menge anderer sich einander sehr nahe befinden, und man dieselben in diesem Zustande bis zur Trennung erhält, die man schnell und so vornimmt, dass die gegenseitigen Oberflächen bey derselben einander beständig parallel bleiben: unter solchen ungünstigen Umständen, sage ich, kann die Verdichtung nicht etwa noch auf 200, 150 oder 100 Mal, sondern kaum auf 10 bis 15 Mal, gehen: und ginge sie auch bis 20 Mal, so ist aus dem Vorigen klar, dass die Electricität, welche die Platte ihr zu Folge zurückhalten, und nach ihrer Trennung von der andern zeigen wird, demohngeachtet nicht gröfser, als $\frac{1}{20}$ Grad seyn kann, und daher selbst dem empfindlichsten Benet'schen Electrometer unbemerkt bleiben muss.

§. 98.

Kommen beyde Metalle in noch weniger Punkten zusammen, wie wenn eine Kugel, der Rand einer Platte, oder das Ende eines Draths von dem einen Metall,

mit einer Kugel, u. s. w., von dem andern, in Berührung ist, so wird, da hier die Condensation nach Verhältniß der wenigen Berührungs- und Näherungspunkte zwischen beyden Metallen entweder gleich Null, oder nur äußerst geringe ist, die Electricität, welche letztere nach einer solchen Berührung zeigen können, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{100}$ Grad, oder wenig mehr, betragen und folglich so gering seyn, daß man sie kaum mit Hülfe des Duplicators, geschweige denn des Condensators, wird entdecken können.

§. 99.

Noch weit schwieriger wird es seyn, die Electricität, die durch dergleichen Berührungen, die in so wenig Punkten Statt haben, unter einem Winkel geschehen, u. s. w., bemerklich zu machen bey solchen Metallen, die in Hinsicht ihrer erregenden Kräfte minder von einander verschieden sind, als Zink und Silber, und bey denen, wenn sie sich gegenseitig berühren, die Intensität, welche aus diesen erregenden Kräften und ihrem Leitungvermögen resultirt, und folglich auch die relative oder zufällige Cohibenz, weit kleiner, als $\frac{1}{200}$ Grad, z. B. nur $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{1000}$ Grad, gleich ist, wie dies bey Zinn und Zink, Silber und Eisen, Silber und Messing, u. s. w., der Fall ist.

§. 100.

In allen den Fällen nun, wo entweder wegen der zu geringen Verschiedenheit der beyden mit einander verbundenen Metalle, oder weil die Flächen, in denen sie sich berühren, nicht groß genug sind, oder

anderer ungünstiger Umstände wegen, die Electricität, welche diese Platte nach der Trennung zeigt, zu klein ist, um sich am empfindlichsten Bennet'schen Electrometer unmittelbar zu erkennen zu geben, oder sich untersuchen zu lassen, welcher Art, ob positiv oder negativ, sie sey, indem sie die Goldblättchen desselben kaum um 1 Linie und noch weniger, oder ganz und gar nicht divergiren macht: in diesen Fällen sage ich, wo die Electricität, die man untersuchen will, kaum $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ Grad, und noch weniger, beträgt, wird man sie demohngeachtet sehr bemerklich machen können, wenn man dazu entweder den Duplicator, wovon ich im vorigen Briefe weitläufig gehandelt habe, oder meinen einfachen Condensator, auf die Art, wie ich es jetzt genauer beschreiben werde, zu Hülfe nimmt.

§. 101.

Ich habe oben (§. 83.) schon erwähnt, dafs ausser den Metallplatten, man zu diesen Versuchen nichts nöthig habe, als eine kleine Leidner Flasche, und ein Stück Wachstuch, oder eine andere halbleitende Fläche, auf das oder die man eine von den Metallplatten dergestalt bringt, dafs sie die Dienste eines Condensators leistet. Die zu diesen Versuchen anzuwendende Leidner Flasche darf, wenn der Durchmesser der Platte ohngefähr 3 Zoll beträgt, nicht über 4 bis 6 Quadrat-zoll Belegung haben. Bey den Versuchen selbst verfahre ich auf folgende Weise.

§. 102.

Ich lade die Leidner Flasche auf dieselbe Art, wie man es zu thun pflegt, wenn man sie durch einen

Electrophor ladet. Ich bringe die Metallplatte, deren Electricität ich kennen lernen will, und die ich isolirt habe, mit der andern, die nicht isolirt seyn darf, sondern mit dem Boden in Verbindung stehen muß, in Berührung, trenne sie darauf, berühre damit den Hacken der Flasche, und wiederhole dies 20 bis 30 Mal. Betrug die Electricität der Platte, ein Mal ins andre gerechnet, $\frac{1}{4}$ Grad, so wird die Ladung der Flasche durch diese 20 bis 30 Berührungen auf $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Grad kommen *). Dies aber ist schon hinlänglich, damit die auf das Wachstuch applicirte Platte, wenn man, (ganz auf dieselbe Art, wie bey den gewöhnlichen Versuchen mit dem Condensator), die so geladene Flasche gegen dieselbe entladet, und dann letztere geschwind vom Wachstuch aufhebt, eine Electricität zeige, die 2 bis 3 Grade stark ist, also sehr gut hinreicht, die Strohhalmen meines Electrometers um 1 Linie und drüber, und folglich die Goldblättchen des Bennet'schen Electrometers um 4 bis 6 Linien divergiren zu machen.

Auf dieselbe Art erhalte ich eine Electricität von 4, 6, 8 oder mehr Graden, indem ich die Flasche mit 40, 60, 80 oder mehr Berührungen lade, und übrigens ganz wie vorhin verfahre.

*) Man begreift leicht, daß in dem Maafs, in welchem die Zahl der Berührungen wächst, auch die Ladung der Flasche steigen, und sich immer mehr dem $\frac{1}{4}$ Grade nähern wird, welchen die geladene Platte besitzt, ohne jedoch jemals diesen wirklich erreichen zu können.

§. 103.

Es ist mir übrigens leicht, aus den Graden von Electricität, welche ich aus der geladenen Flasche durch eine gegebene Anzahl von Berührungen mit der gedachten Platte, oder richtiger, aus dem Condensator, in welchen ich jene auf die angeführte Art entlade, erhalte, zu berechnen, welchen Grad oder Bruch eines Grades sie jedesmal in der Platte ohngefähr erreichte, dafs sie mit der andern mit dem Boden in Verbindung stehenden, in Berührung gebracht und davon getrennt wurde. Ich will dies durch einige Versuche erläutern. Ich nehme zwey Platten, von denen die eine aus Silber, die andere aus Zink besteht, und die beyde recht eben und glatt sind; diese bringe ich, während nur die eine von ihnen isolirt ist, mit einander in Berührung, trenne sie gehörig, und untersuche, wie stark die Electricität ist, die die isolirte Platte dadurch erhalten hat, d. h., wie grofs die Divergenz ist, welche sie in den Goldblättchen des Bennet'schen Electrometers hervorbringt; finde ich nun z. B., dafs diese im Ganzen, oder ein Mal ins andere gerechnet, zwey Linien beträgt, welche Gröfse ich oben (§. 92.) 1 Grad gleich gesetzt habe, so untersuche ich, wie viele Male ich die Berührung dieser Platte mit der andern nicht isolirten, die Trennung davon, und darauf die Entladung derselben gegen den Hacken der Flasche, wiederholen mufs, um letztere so weit zu laden, dafs sie mit Hülfe des Condensators die Goldblättchen des nemlichen Electrometers um eben so viel divergiren macht; wie oft ich es thun mufs, um sie um das Doppelte, Dreyfache, u. s. w., divergiren zu machen, oder mit

einem Wort, wie viele solcher Berührungen erforderlich sind, um 1, 2, 3, oder mehr Grade von Electricität, zu erhalten. Wir nehmen an, daß 3 Berührungen dazu gehören, um die Flasche so weit zu laden, daß sie mit Hülfe des Condensators eine Electricität giebt, die der gleicht, welche die Platte ohne Flasche noch Condensator für sich allein zeigt, und welche 1 Grad beträgt; daß 6 Berührungen erforderlich sind, um eine doppelte Wirkung oder eine Electricität von 2 Grad, 9 Berührungen, um eine von 3 Grad, zu erhalten, u. s. w. Hierauf stelle ich den Versuch mit andern Platten, (die, der Genauigkeit des Calculs wegen, von gleicher Gröſse seyn müssen), an, mit Platten, die für sich allein oder unmittelbar geprüft, keine bemerklichen Zeichen von Electricität geben, und indem ich finde, daß ich nach so und so vielen Berührungen der Flasche mit ihnen, aus dem Condensator, in welchen ich sie auslade, eine so und so große Electricität erhalte, urtheile ich, daß die in der Platte um so viele Male kleiner als diese war, als der Quotient ausmacht, welchen ich erhalte, wenn ich die obige Anzahl von Berührungen durch 3 dividire.

Wäre also z. B. die Zahl der Berührungen, mit der die Flasche geladen wurde, gleich 90, und die Electricität, welche der Condensator, der Entladung dieser Flasche in ihn zu Folge, gab, 5 Grade stark gewesen, (welche Electricität schon zu groß ist, als daß sie durch das Goldblättchen-Electrometer einer genauen Messung fähig wäre, die man daher besser durch das Strohalm-Electrometer schätzt), so würde

ich daraus schliessen, dass die Electricität, mit der die Platte aus der jedesmaligen Berührung mit der andern kam, gegen 30 Mal schwächer, als jene vermittelt des Condensators erhaltene, folglich $\frac{1}{3}$ Grad stark gewesen sey; nur versteht sich, dass dies nicht von jedem Male, sondern ein Mal ins andere gerechnet, gemeint seyn könne, weil die Berührung und Trennung beyder Metalle, welche nicht jedesmal gleich gut ausfällt, verursacht, dass die nemliche Platte dieselbe bald mit mehr bald weniger Electricität verlässt.

§. 104.

Die Annahme (s. d. vorig. §.), dass 6, 9, ... Berührungen mit der Flasche erfordert werden, um die Flasche so weit zu laden, dass sie dem Condensator eine 2, 3, ... Mal stärkere Electricität mittheilt, als die ist, welche die Platte für sich zeigen könnte, stimmt sehr nahe mit den Resultaten der Versuche zusammen, die ich mit Platten von ohngefähr 3 Zoll Durchmesser, Flaschen von etwa 5 Quadratzoll Belegung, und einem Condensator, der aus einer der vorigen gleichen oder etwas grössern Platte, und einem Stück Wachstuch, mit welchem jene aufs beste verbunden ist, besteht, anstelle. Uebrigens versteht sich von selbst, dass, so wie sich diese Dimensionen, welche ich nach verschiedenen Versuchen im Ganzen als die besten befunden habe, merklich ändern, auch der Calcul nicht mehr derselbe seyn kann: vorzüglich ist dies der Fall, wenn die Kapazität der Flasche beträchtlich grösser ist; es sind dann weit

über 6 Berührungen, d. i., 8, 10, u. m., erforderlich, um die Electricität zu verdoppeln.

So werden dazu ebenfalls mehr erfordert, wenn die Flasche und der Condensator in schlechtem Zustande sind, oder man sonst die Versuche nicht mit aller erforderlichen Aufmerksamkeit anstellt. Ich glaube daher, für einen mittlern Zustand der Dinge mich der Wahrheit mehr zu nähern, wenn ich die ursprüngliche Electricität der Platte, d. i., die, welche sie bey der Berührung mit der andern erlangt, und bey der Trennung mit hinweg nimmt, im Durchschnitt und so viele Male kleiner als die, welche der Condensator nach der Entladung der Flasche in ihn zeigt, schätze, als der Quotient ausmacht, den man erhält, wenn man die Zahl der Berührungen, durch welche diese geladen wurde, statt mit 3, mit 4, dividirt. Erhält man also durch eine Ladung von 80 Berührungen nur gegen 2 Grade Electricität, (indem entweder die sich berührenden Metalle nur wenig von einander verschieden sind, oder auch die Zusammenbringung oder Berührung selbst in keinen grossen Flächen Statt hat), so wird, wenn man diese Zahl 80 durch 4, und darauf mit dem Quotient 20 die erhaltenen 2 Grade, dividirt, man die ursprüngliche Electricität der Platte, d. i., die, welche sie im Durchschnitt, oder ein Mal ins andere gerechnet, bey der Trennung von der andern, mit sich hinwegnimmt, gleich $\frac{1}{10}$ Grad finden.

§. 105.

Beträgt die durch den wechselseitigen Contact zweyer Metalle, die entweder wenig unter einander verschieden sind, oder sich nur in wenigen Punkten berühren, erzeugte Electricität, nicht oder kaum $\frac{1}{3}$ Grad, so wird man sie nach der beschriebenen Methode sowohl noch bemerklich machen, als ihrer Grösse nach ohngefähr schätzen können, und zwar sicherlich besser, als durch den Duplicator, von dem ich im vorigen Briefe (s. vorzüglich die Anmerkung zu §. 60.), gezeigt habe, wie leicht er Ungewissheiten und Anomalien unterworfen ist. Es ist in dieser Hinsicht hinlänglich, die Flasche mit 100 Berührungen der Platte, deren Electricität man kennen lernen will, zu laden; hierdurch werden wir mit Hülfe des Condensators diese Electricität immer gegen 25 Male vergrößern, und folglich $\frac{1}{2}$ Grad erhalten können, welcher hinreicht, um an dem Bennet'schen Electrometer bemerkbar zu werden, indem er die Goldblättchen desselben um eine gute Linie divergiren macht (§. 92.).

§. 106.

Man kann demnach fast alle Versuche dieser Art ohne Beyhülfe des Duplicators, mit Anwendung meines einfachen Condensators, (wie ich gleich zu Anfange sagte), anstellen, vorzüglich wenn man sich zum Condensator des Handschuhs von Wachstuch bedient, welchen man an die Hand zieht, und unmittelbar und mit mäßigem Druck an eine hinlänglich grofse,

auf dem Hute des Electrometers befindliche Metallplatte bringt, in welche man darauf die Electricität der Flasche treten läßt, u. f. w. Dieser einfachere und in der Anwendung bequemere Condensator, den ich bereits anderswo *) beschrieben, und auch in diesem Briefe (§. 94.) näher erwähnt habe, leistet mir mehr, als irgend ein anderer. Bloß also in solchen Fällen, wo man durch eine Ladung der Flasche von 100, selbst von 150 Berührungen, und mit Hülfe des besten Condensators, die Electricität, welche ein Metall bey der Berührung mit einem andern, entweder sehr wenig von ihm verschiedenen, oder was nur in kleiner Fläche mit ihm zusammengebracht ist, nicht mehr bemerklich machen kann, in solchen Fällen bloß ist man genöthigt, den Duplicator zu Hülfe zu nehmen, der, wie wir im vorigen Briefe gesehen haben, auch Electricitäten, die noch unter $\frac{1}{200}$ Grad sind, bemerklich zu machen im Stande ist.

§. 107.

Es bedarf keiner weitläufigen Erklärung, um deutlich zu machen, daß, damit die isolirte Metallplatte durch ihre wiederholten Berührungen die Flasche laden könne, sie, so oft sie wieder mit der andern von ihr

*) S. meine Briefe über die electriche Meteorologie in der *Biblioteca Fisica d'Europa* des Hrn. Brugnatelli.

verschiedenen Platte zusammenkommt, von neuem Electricität erhalten können müsse, und dafs daher die letztere keinesweges isolirt seyn dürfe, sondern, wie ich (§. 102.) bereits angegeben habe, mit dem Boden, oder, wie ich noch zeigen werde, mit einem andern schicklichen Recipienten, in Verbindung stehen müsse, damit sie sich mit diesem ganz oder gröfstentheils wieder ins Gleichgewicht setzen, d. i., nach ihrer und der andern Natur, entweder das verlorene electrische Fluidum aus ihm ersetzen, oder das erhaltene an ihn abgeben kann, so oft sie von jenem getrennt wird, um dadurch in den Stand gesetzt zu werden, jenem nach Umständen entweder neues Fluidum zu geben, oder zu entziehen, so oft sie mit demselben von neuem in Berührung kommt.

§. 103.

Ein solcher hinlänglich tauglicher Recipient kann eine zweyte Leidner Flasche seyn, wenn sie gleich nur wenige Zolle Belegung hat, und bey weitem kein so großer Recipient ist, als die Erde. Man isolirt auch die zweyte oder untere Platte, die ohngefähr die nemliche Gröfse hat, als die obere, durch eine mit Siegelack überzogene Glasfäule, oder auf andere Art, und bringe sie mit dem Hacken oder der innern Belegung einer solchen Flasche in Verbindung, deren äufsere Belegung mit dem Boden communicirt: ist dies geschehen, so bringe man mit dieser Platte, welche fest bleibt, die andere bewegliche zusammen, trenne sie davon, beydes mit der gewöhnlichen Sorgfalt und zu wiederholten

Malen, und bringe sie nach jeder solchen Trennung mit dem Hacken der andern Flasche in Berührung, welche man in der Hand hält, wie in den vorigen Versuchen. Auf diese Weise werden beyde Flaschen geladen werden, und zwar wird die Ladung der einen die entgegengesetzte von der andern seyn; jede dieser Flaschen wird nach wenigen Berührungen mit Hülfe des Condensators, (vorzüglich des oben [. 94. und 106.] erwähnten Handschuh-Condensators,) auf die gewöhnliche Weise, die Electricität, welche sie von ihrer Platte erhalten hat, am Electrometer hinlänglich bemerkbar machen: ist z. B. die eine Platte von Messing, die andere von Zinn, so wird die Flasche, welche mit dem ersten in Verbindung stand, am Electrometer Zeichen von negativer Electricität, die andere hingegen, welche mit dem Zinn communicirte, Zeichen von positiver Electricität, geben.

§. 109.

Ich habe kaum nöthig, zu sagen, dafs man, wenn man will, auch nur die Flasche, welche mit der untern Platte in Verbindung steht, laden kann; man darf hierzu die obere Platte, nach jedesmaliger Trennung von der andern, blofs durch schickliche Berührungen von ihrer hierdurch erhaltenen Electricität befreyen. Kurz, es giebt ein Verfahren, eine Flasche an der obern Platte, ein anderes, sie (mit der entgegengesetzten Electricität) an der untern, und endlich eine, zwey Flaschen zugleich, die eine an der obern, die andere an der untern

Platte, zu laden. Ich glaube, diese verschiedenen Methoden hinlänglich genug beschrieben zu haben, um mich dabey nicht weiter aufhalten zu dürfen. Nur das muß ich noch anführen, daß der letztere Versuch, wo sich zwey Flaschen zugleich laden, allen Sachverständigen, denen ich ihn gezeigt habe, mehr denn alle übrigen gefallen hat, und in der Thzt ist er auch eben so sonderbar, als belehrend.

§. 110.

Doch giebt es noch verschiedene, auf welche solche Versuche mehr Eindruck machen, bey denen die Zeichen von Electricität, welche man erhält, recht stark sind, wo die Electrometer recht viele Grade angeben, oder ihre Pendel sich zu einem recht grossen Winkel öffnen, und endlich gar gegen die Wände des Glases anschlagen, welches sie einschließt. Auch diesen Menschen muß ich noch Genüge leisten, ohne mich jedoch auch hier an eine andere, als an die, durch bloße Berührung verschiedener Metalle erregte Electricität, zu halten, eine Electricität, welche gewissermassen unter meiner Jurisdiction steht, und welche man mir nicht verweigern wird, sie mit dem Namen: Metallische Electricität (*Elettricità metallica*) zu belegen; auch die, sage ich, die so auffallende Zeichen solcher Electricität begehren, habe ich jetzt noch zu befriedigen; auch den Funken möchten sie verlangen. Doch dazu habe ich nichts weiter nöthig, als eine recht grose und gleiche Platte Silber, eine dergleichen von Zinn, oder

besser von Zink, und eine oder zwey Flaschen, besser jedoch nur eine; diese lade ich auf die angegebene Art, und unter Beobachtung der nöthigen Sorgfalt, durch eine gute Anzahl der gewöhnlichen Berührungen, d. i., durch 60, 80 bis 100, und entlade diese Flasche in den Scudo eines recht guten Condensators; gleich darauf hebe ich diesen Scudo in die Höhe, und untersuche ihn: er giebt ein Fünkchen von sich, oder versetzt wenigstens die Pendel eines Flaschenelectrometers in eine Divergenz von 6, 8, und mehr Linien.

B e m e r k u n g e n

über den

G a l v a n i s m u s

im Thierreiche.

V o m H e r a u s g e b e r.

Bemerkungen

über den

Gallvamsin

im Tierreiche

Vom Herausgeber

§. 1.

Der Satz, dass aller Lebensprocess im Thierreiche von einem beständigen Galvanismus begleitet sey, oder besser, dass in dem lebenden Ganzen dieselbe Thätigkeit von Natur Statt habe, die man in den sogenannten Galvanischen Versuchen künstlich erregt, und den ersten Grund aller mit denselben verbundenen Erscheinungen ausmacht, ist von zu grosser Wichtigkeit, als dass wir nicht bemüht seyn sollten, ihm alle die Stützen zu geben, deren er fähig seyn kann. Wenn es wahr ist, dass beym Uebergang einer aus bloß thierischen Theilen gebildeten Linie zur Figur, eine vor diesem Uebergang nicht vorhanden gewesene Action eben so gut entstehen könne, als unter gleichen Umständen in Ketten, deren Glieder nur zum Theil thierischer Abkunft sind, wie in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen; dass die Bedingungen, unter denen sie wirklich entsteht, dieselben sind, als die, mit denen sie in den letzten gegeben ist; dass das, was entsteht, dem völlig gleicht, was in letztern entsteht; dass endlich auch ihre (graduelle oder specifische) Aenderung und Aufhebung denselben Gesetzen folgt, denen die Aenderung und Aufhebung der in den

letztern vorhandenen unterworfen ist: wer könnte dann noch ferner daran zweifeln, daß da, wo alle Bedingungen dieser Action aufs vollkommenste und mannichfaltigste gegeben sind, d. i. im lebenden Ganzen, dasselbe Bedingte Statt habe, was in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen durch dieselben bedingt wird. Daß aber ersteres alles wirklich wahr sey, habe ich in meiner frühern Schrift über den Galvanismus *) umständlich gezeigt, und damit den daraus folgenden Satz selbst zur unumstößlichen Gewissheit erhoben.

§. 2.

Die Einfachheit des Beweises dieses Satzes, so wie seiner Prämissen, schien mir kein Mißverstehen desselben möglich zu machen. Demohngeachtet hat man von mehreren Seiten *) Zweifel gegen die Gültigkeit desselben erhoben. Ausser dem, was auf Rechnung der Natur des Gegenstandes selbst kommt, weiß ich nicht wohl noch andere Gründe davon anzugeben. Auf den Fall indess, daß eine nochmalige gedrängte Erörterung der zu dem Beweis der Gegenwart des Galvanismus im Thierreiche gehörigen Hauptpunkte zu einer leichtern Uebersicht des Ganzen etwas beytragen sollte, mögen von den folgenden Blättern einige derselben gewidmet

*) Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß im Thierreiche begleite. Weimar. 1798. 8.

**) Vergl. die Recension meines Beweises u. s. w. in der Salzburger medicinisch - chirurgischen Zeitung. 1799. B. II. N. 41. S. 274. 287. 288.

seyn. Dies denke ich, wird von meiner Seite das einzige und zugleich das sicherste Mittel seyn, alle weitere Schwierigkeiten zu lösen, und den aufmerksamen Leser in den Besitz alles dessen zu setzen, was mit der genauern Einsicht des Ganzen so unzertrennlich verbunden ist.

§. 3.

Vor allem ist, um zu verstehen, was Galvanismus im Thierreiche bedeute, nöthig, daß man wisse, was Galvanismus überhaupt sey? Ich habe in der letztern Hälfte der genannten Schrift, wie auf dem Titel derselben, dieses Wort in einer Bedeutung nehmen müssen, die eigen, und von der ihm vorher beygelegten verschieden war, ohne doch diese Bedeutung irgendwo bestimmter anzugeben, als es in der Einleitung zu jener Schrift S. XX. geschehen ist. Ich dachte an die Nothwendigkeit, dies zu thun, um so weniger, da ich überzeugt war, und es noch bis jetzt bin, daß die volle Bedeutung desselben sich jedem, der den Gang der ganzen Untersuchung in der ersten Abtheilung des Werks streng verfolgt, und keine der oft beyläufigen Bemerkungen übergeht, aus dem Ganzen von selbst ergeben müsse, und nicht ein, sondern mehrere Beyspiele haben mir gezeigt, daß ich mich nicht geirrt habe. Ueberhaupt aber war eine umfassende Definition des Begriffs: Galvanische Action, Galvanismus, u. s. w., in wenigen Worten, schon an sich so gut, wie unmöglich. Definitionen sind überall nicht das erste, sondern das letzte, und alle Untersuchungen haben recht eigentlich nichts weiter zur Absicht, als nur die Definition ihres Gegenstandes. Jene soll uns lehren, was letzterer sey, aber eben das soll auch diese. Eins fängt mit dem andern an, und endet

mit dem andern, und keines von beyden ist vor noch nach dem andern. Darum gieng in jener Schrift dem wirklichen Beweis der Gegenwart des Galvanismus in der lebenden Thierwelt, der an sich sehr kurz war, und als solcher in der That kein eigenes Werk nöthig hatte, eine so weitläufige Untersuchung über den Galvanismus selbst voraus, denn durch sie sollte und konnte nichts anders gewonnen werden, als eben die zu jenem Beweis so nothwendige Definition des Galvanismus selbst. Dafs diese durch jene Untersuchung noch bey weitem nicht vollendet ist, bedarf keiner Erwähnung. Dafür aber konnte ich auch nicht daran denken, in der Aufstellung des Beweises selbst, dieser Prämisse einen höhern Sinn zu geben, als sie durch die vorigen erlangt hatte. Erhält sie ihn durch fernere Untersuchungen, so versteht sich von selbst, dafs mit zunehmender Extensität derselben auch die Extensität des Erwiesenen wachsen müsse; wiewohl ich überzeugt bin, dafs, wenn man diese Prämisse auch nur so weit auffafst, als es durch jene Darstellung vermittelt ist, man so viel Erwiesenes, so vielen Stoff zur ferneren Bearbeitung und Anwendung, antreffen werde, dafs man damit sicher alle die Stunden und Jahre, welche bis zu ihrer Erweiterung verfließen werden, auszufüllen im Stande seyn wird.

§. 4.

Nicht an der unvermeidlichen Uebergehung einer Definition des Galvanismus mit wenigen Worten kann demnach die Schuld des Nicht-bewiesen-Findens des Satzes liegen, zu dem man sie etwa als Prämisse erforderlich glauben dürfte, da sie dies ganz und gar nicht war, indem die erste Abtheilung jener Schrift das be-

reits vollkommener geleistet hatte, als jene es, wenn sie auch möglich wäre, hätte thun können. Ich muß daher alle diejenigen, welche die Sache bisher aus einem andern Gesichtspunkt betrachtet haben, bitten, in der, freylich hypothetischen, Voraussetzung, die man indess zu allem Neueren mitbringen muß, daß sie ihre Erwartung nicht getäuscht finden werden, ihre Aufmerksamkeit nochmals auf den genannten Theil jener Schrift zu richten, und sich auf diese Art zu überzeugen, daß das, was sie forderten, eigentlich, nur auf etwas andere Weise, schon geleistet war. Als Commentar zu manchem wird, wie ich glaube, vieles des später erschienenen „Beweises, daß die Galvanische Action, oder der Galvanismus, auch in der anorganischen Natur möglich und wirklich sey“, *) gute Dienste leisten können.

§. 5.

Ein zweyter Hauptpunkt, der vor dem Erweis der Gegenwart des Galvanismus im Thierreiche einer nähern Erörterung bedurfte, war die Gegenwart des Galvanismus in Ketten aus bloß thierischen Theilen. — Daß Ketten dieser Art bey ihrer Schließung zu irgend einem Impuls Anlaß geben können, welcher erregend auf das in ihnen befindliche susceptible Organ wirken könne, ist durch die Contractionen erwiesen, die dieses Organ unter den gehörigen Umständen hierbey wirklich erleidet. Daß die Bedingungen und ihre Gesetze, unter denen dieser Impuls erzeugt wird, ganz denjenigen gleichen, die früherer Untersuchungen für Ketten, deren Glieder nur zum Theil thierischer Ab-

*) S. diese Beyträge B. 1. St. 1. u. 2. S. 111. u. f.

kunft sind, wie in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen, läßt sich ebenfalls sehr deutlich darthun. Auch für sie ist es allgemeines Gesetz, daß alle Ketten, die sich durch irgend zwey Punkte in zwey gleiche Theile theilen lassen, unwirksam, und nur im entgegengesetzten Falle wirksame möglich sind, oder bestimmter: daß alle geschlossene Ketten, die sich auf ungeschlossene, alle Figuren, die sich auf Linien reduciren lassen, an Wirksamkeit diesen Linien gleichen, d. i., unwirksam sind, und nur dann, wenn sie dieser Reduction nicht fähig sind, Wirksamkeit in ihnen möglich ist. — Ketten der ersten Art sind *Fig. 156.* und *158.* *) Das $m + n + r$ der einen Seite in ersterer *Fig.* ist genau gleich dem $m + n + r$ der andern, und eben so gleich ist das $m + n$ beyder Seiten in der letztern. In keiner aber wird man auch bisher Spuren von Wirkung angetroffen haben, vorausgesetzt nur, daß die Schließung allemal mit zwey homogenen Gliedern, in *Fig. 156.* mit m und m , oder r und r , und in *Fig. 158.* mit m und m , oder n und n , in welcher letztern überhaupt nur diese zwey Fälle möglich sind, geschieht. Ketten der zweyten Art hingegen sind z. B. *Fig. 154.* (wo man sich r vor der Hand wegdenke), *Fig. 157.* *Fig. 161.* und *Fig. 181.* **) In allen vermisst man jene Bedingung der Unwirksamkeit, und trifft dagegen die der Wirksamkeit an. Vorzüglich deutlich wird dies durch Gegeneinanderhaltung der *Fig. 157.* mit *Fig. 156.* Erscheinen in ersterer die stärksten Contractionen, so fallen sie sogleich weg, als man diese *Fig.* in *Fig. 156.* verwandelt, und umgekehrt, ob man gleich beyde

*) S. diese Beyträge a. a. O. *Tab. III.*

**) S. diese Beyträge B. 1. St. 3. *Tab. IV.*

Verfuche an einem und demselben Individuum anstellt. Eine verschiedene Bedeutung von r , r kann bloß den Grad der Wirkung ändern, in keinem Fall aber das Daseyn derselben in gänzlichen Mangel verändern.

§. 6.

Jener Impuls aber ist, wie in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen, so auch hier, nur der Eindruck, welchen eine nachher länger fortdauernde Action im Augenblick ihres Eintritts auf das reizbare Organ macht. — Unter allen Mitteln, durch die man sich von der Gegenwart einer solchen fortdauernden Action in bey ihrer Schließung wirkamen Ketten überzeugen kann, ist auch hier wieder der aus einer beliebigen Substanz, sobald sie nur kein Isolator, sondern ein mehr oder weniger vollkommener Leiter des Galvanismus, (als ein Stück Muskelfleisch, nasser Schwamm, Metall, Kohle, u. s. w.), ist, bestehender Bogen r , dessen wir uns in frühern Untersuchungen schon mit so vielem Erfolg bedienten, das entscheidendste und zugleich das einfachste. Man weiß, daß dieser Bogen durch seine Anbringung an einen erregbaren Nerven, der allein, oder mit seinen Muskeln zugleich, sich in einer Galvanischen Kette befindet, die letztern in starke Contractionen versetzt, wenn die Kette eine wirkame, und daß er es hingegen nicht thut, wenn sie eine unwirkame ist. Eine Kette der ersten Art ist in unserm Fall *Fig. 154*. Wurde m bey der Schließung der Kette durch Zurückbeugung des Nerven n auf m , stark contrahirt, so wird es daselbe nochmals werden, wenn man, während diese Kette geschlossen bleibt, r an n , wie die *Fig.* zeigt, anbringt, und es so oft werden, als man dies wiederholt. Man

wird es vergeblich versuchen, nachdem man die Kette geöffnet, also im eigentlichsten Verstande unwirksam gemacht hat, wie in *Fig. 155.* Eben so unwirksam aber, als diese ungeschlossene Kette, ist die geschlossene $mnrnm$ in *Fig. 156.* An welches n man daher auch obigen Bogen bringe, nie wird man dadurch Contractionen in dem ihm entsprechenden m erscheinen sehen. Man wird dies aber wieder, wenn man diese unwirksame Kette in die wirksame $mnrnm$ *Fig. 137.*, welche mn in *Fig. 154.* gleich gilt, verwandelt. *Fig. 158.* gleicht *Fig. 156.*, folglich ist alles wieder so todt, wie dort.

§. 7.

Es ist bekannt, daß der Bogen r selbst ein durch Contractionen reagibles Organ, oder dessen Nerv, seyn kann. Für unsern Fall gehört *Fig. 139.* hierher. Es ist keinesweges eben eine zu hohe Erregbarkeit dazu erforderlich, um den Schenkel μ , indem sein Nerv, den des andern, n , berührt, in Contractionen übergehen zu sehen, welche wegbleiben, sobald die Kette mn vor dieser Berührung nicht mehr geschlossen ist.

§. 8.

Auch unter andern Umständen noch bemerkt man Einflüsse, die das Geschlossen- oder Nichtgeschlossenseyn von Ketten dieser Art auf die Wirkung, die ein solcher Bogen r haben soll, hat. In *Fig. 160.*, (wo γ einen feuchten Körper bedeutet), sah ich nach geschlossener Grundkette $mn\gamma$, sehr oft m contrahirt werden, wenn r den Nerven n und den feuchten Leiter γ , nochmals mit einander verband. Die Wirkung fiel weg,

wenn m, n, γ nicht mehr geschlossen war. In *Fig. 161.* wird μ bey der Berührung mit ν ruhig bleiben, wenn man hierbey das Ende von ν mit der einen Hand faßt, indess die andere m berührt, wenn es noch contrahirt wird, so lange diese m nicht berührt. Bey höherer Erregbarkeit der hier concurrirenden Organe bemerkt man im ersten Fall, statt gänzlicher Aufhebung derselben für die Wahrnehmung, eine bloße Schwächung der Wirkung, und geringer, obgleich wirklich vorhanden, ist diese Schwächung im letzten Fall, wenn die andere Hand, statt m , den Nerven n , berührt. U. s. w.

§. 9.

Die in den vorigen §§. beschriebenen Versuche gelingen nun freylich nicht jedesmal, wo bey der Schließung der Grundkette in einer oder der andern *Fig.* noch Zuckungen des ihr zugehörigen Organs da waren. Diese müssen schon ziemlich stark seyn, was sie nur bey hoher Erregbarkeit von m find, d. i., wo die Action der Kette zu der Erregbarkeit des Organs in einem nicht zu kleinen Verhältniß steht, oder sie um ein, in Bezug auf den eben vorhandenen Grad der Erregbarkeit von m Beträchtliches größer, als das durch die gegenwärtige letzte bestimmte, mit dem Fallen der Erregbarkeit steigende, und mit ihrem Steigen fallende, in m. „Beweis u. s. w.“ §. 22. umständlich erwiesene x , ist. So giebt es auch Fälle, wo der Bogen r , oder sein Aequivalent, schon ohne daß die Grundkette geschlossen ist, bey seiner Anbringung Contractionen erregt, (— welche Fälle indess, vorzüglich für *Fig. 155.* und *157.*, nur bey einer äußerst hohen Erregbarkeit der Organe Statt haben, wo in ersterer *Fig.* z. B. die auf dem Nerven n

zwischen den nächsten Enden von m und r befindliche Feuchtigkeit hinlänglich ist, um beyde, [außer der schon gegenwärtigen, zur Herstellung einer Kette aber nicht geeigneten Verbindung beyder durch jenen Theil des Nerven n], nochmals leitend zu verbinden, und dadurch etwas zu construiren, was sich mehr oder weniger der, bekanntlich bey schon mäßig hohen Graden der Erregbarkeit wirkfamen Kette $m r r n$ Fig. 157., [= $m r n$], nähert; ein Etwas, das zwar auch bey jeden niederen Graden der Erregbarkeit gebildet wird, dessen Product aber zu gering ist, als dafs es anders, als nur bey der höchsten Vitalität der Organe, einen Grad der Erregbarkeit antrifft, bey dem es sich einigermaßen durch Contractionen u. s. w., sinnlich veräußern könnte. Uebrigens sieht man leicht ein, dafs unter solchen Umständen jenes Etwas und sein Product um so höhere Grade erlangen, und um so eher über die Grenzen des Latentbleibens seiner Wirkung für die Wahrnehmung hinausgehen müsse, je mehr sich das äußerste Ende von r dem von m nähert, je größer die Menge der zwischen m und r befindlichen Feuchtigkeit ist, u. s. w. —). Unter Fällen, welche für die Fortdauer der Wirkung in einmal wirkfamen Ketten aus bloß thierischen Theilen beweisend seyn sollen, können daher bloß solche gemeint seyn, wo vor dem Geschlossenseyn der Kette, wenn sie eine wirkfame war, jene Zuckungen (bey Anbringung von r an n u. s. w.) durchaus fehlten, aufs bestimmteste aber nach derselben eintraten, mit ihrer Trennung also wieder verschwanden. Da ich nun den gedachten Zeitpunkt des eben - Wegbleibens ohne Kette, und des noch-Erscheinens mit Kette, in Fig. 154., 157., 159. und 160., in sehr vielen Fällen auf

das vollkommenste angetroffen habe, so werde ich, und jeder mit mir, es als ausgemacht genug annehmen dürfen, daß der Beweis für die Fortdauer der Wirkung in geschlossenen Ketten dieser Art, durch fernere gelingende gleiche oder ähnliche Fälle an Intensität nichts mehr, sondern nur an Extensität noch, zu gewinnen habe.

§. 10.

Wir haben daher in dieser Hinsicht es nicht zu beklagen, wenn uns auch vor der Hand noch eine nähere Untersuchung abgeht über die Modificationen, welche, analog dem, was in andern Ketten, an deren Bildung auch anorgische und beträchtlich von einander verschiedene Körper, z. B. Zink und Silber, Alkalien und Kohle, u. s. w., Theil nehmen, vorgeht, und in dem gedachten „Beweis u. s. w.“ §. 20. S. 119. u. f. bereits weitläufig aus einander gesetzt worden ist, die Erregbarkeit eines oder mehrerer, in solchen, aus bloß thierischen Theilen bestehenden Ketten, begriffener Organe, durch die, (ganz oder zum Theil) durch sie selbst begründete Action derselben, erleiden möchten. Ich kann indess versichern, daß die Wirklichkeit solcher auf diese Art bewirkter Modificationen der Erregbarkeit keinesweges mehr problematisch, und daß sicher bloß der mit der Schwäche ihrer Ursache in Verhältniß stehende geringere Grad derselben der Grund davon ist, daß sie unter diesen Umständen nicht so leicht, als bey Anwendung zweyer anorgischen, von einander so verschiedenen Armaturen, als die vorhin genannten, eine Größe, und diese mit einer Schnelligkeit, erreichen, die erforderlich ist, wenn man sie mit leichter Mühe soll wahrnehmen können. In mehreren Fällen habe ich die auf-

fallendsten Beweise hiervon gehabt; es geschah dies aber mehr bey zufälligen Gelegenheiten; eine absichtliche Untersuchung darüber bleibt daher vor jetzt dem künftigen Experimentator, und um so lieber, überlassen, da ein positives Resultat derselben keinem Zweifel mehr unterworfen ist, was besonders für die Lehre der in der Folge erst sich rechtfertigenden Anwendung des Galvanismus zur Erklärung dieses und jenes Phänomens im lebenden Ganzen vom höchsten Interesse seyn muß. Uns ist es vor der Hand genug, daraus die Folgerung zu ziehen, daß auch in dieser Hinsicht die durch Ketten aus bloß thierischen Theilen bestimmte Galvanische Action der in den gewöhnlichen sich vorfindenden gleicht.

§. 11.

Durch das Vorige war erwiesen, daß in rein animalischen Ketten eine eben so nach der Schließung fortdauernde Action Statt habe, als in solchen, wie man sie gemeinhin nur zum Theil aus thierischen, zum andern aber aus nicht thierischen, aus völlig anorganischen Gliedern, zu bilden pflegt. Noch fragt sich's nun, ob auch die, außer dieser Fortdauer, der in beyderley Ketten vorhandenen Action, zukommenden übrigen Eigenschaften, in beyden Fällen dieselben seyn? — Auch diese Frage wird die Erfahrung, soweit sie überhaupt bis jetzt etwas darüber entschieden hat, mit Ja beantworten.

§. 12.

Zuerst also: Alle bis jetzt angestellten Untersuchungen haben gelehrt, daß die Action in Galvanischen

Ketten gewöhnlicher Art auf die Sphäre dieser Ketten selbst beschränkt sey; (denn alles, was Ausnahme hiervon zu seyn scheint, dient zuletzt diesem Satze nur noch zu desto größerer Bestätigung). Aber eben das ist es auch, was ich auch für Ketten rein animalischer Zusammensetzung bey Gelegenheit des Beweises, daß die Galvanische Action oder der Galvanismus, auch in der anorgischen Natur möglich und wirklich sey, in §. 18. desselben *), bereits umständlich aus einander gesetzt habe. Der bekannte Bogen r wird in Ketten, deren Wirksamkeit sich mit einer hinlänglich hohen Erregbarkeit der mit ihnen in reagibler Communication stehenden Organe zu einem unmittelbaren wahrnehmbaren Product, zu Contractionen der Muskeln derselben u. s. w., vereinigen kann, in denen aber nur der Nerv des zu erregenden Organs, und zwar nur ein Theil desselben, begriffen ist, die gewohnte Wirksamkeit nur unter der Bedingung zeigen, daß in dem neuen Kreis, der bey seiner Anbringung entsteht, durchaus eine, wenn auch noch so kleine Stelle des wirklich in der Sphäre der Kette beschlossenen Nerven eingehe.

§. 13.

Schon hierdurch ist ferner erwiesen, daß die Action der Kette auch in unserm Fall keinesweges identisch seyn könne mit dem, was sich in solchen Versuchen, wo die active Kette durchaus nur einen von den Muskeln entfernten Theil des oder der zu ihr gehörigen Nerven befaßt, von diesem nothwendig nach jenen

*) S. diese Beyträge. B. 1. St. 1. u. 2. S. 144—147. und Tab. 1. Fig. 16. 17. B. 18.

propagiren muß, um ihnen die Veränderung, die dieser entferntere Theil ihres oder ihrer Nerven erlitt, bemerklich zu machen, und sie bey gehöriger Gröfse zu Contractionen zu bestimmen, und dies nicht weniger auch dann thun muß, wenn auch der ganze Nerve des zu contrahirenden Organs, ja letzteres selbst mit, in der Kette befindlich ist, da sich die erhaltene Wirkung nicht wie einzelne Punkte dieser Nerven, d. i., (bey gleicher Erregbarkeit der gleich oder ähnlich liegenden Stellen derselben), unter jeden Umständen, jeder Länge des an der Kette Theil nehmenden Nervenstücks, u. s. w., gleich, sondern mehr wie die Längen dieser Stücken verhalten, und so, da sich jene Wirkungen wiederum verhalten, wie die Mengen von N , (—so nemlich nannten wir a. vorhin a. O. §. 31. u. f. [S. 165. u. f.] diesen — Mittler gleichsam — zwischen der Action der Kette und der bey gehöriger Gröfse endlich sich als Contraction äußernden, mittelbar durch jene bestimmten, Veränderung der Muskeln—), die die contractile Muskelfaser erhält, auch diese also sich wieder verhalten, wie die Längen der in der Kette begriffenen Nervenstücke, oder so zu sagen, wie die Anzahl der neben einander liegenden Punkte derselben, dieses Neben-einander aber nothwendig zugleich ein Hintereinander, d. i. ein Mehr-entfernt-seyn des einen Punkts vom Muskel, als des andern von ihm, ist, das N eines jeden Punkts von diesem Punkt aus durch alle übrigen den Muskeln näheren nach diesen hin sich eben so gut fortzupflanzen hat, als wenn diese übrigen den Muskeln näheren, und diese selbst, nicht zugleich auch in der Kette befindlich sind; es ist erwiesen, sage ich, daß auch die Action in rein animalischen Ketten

von diesem *N*, (was aber nichts desto weniger auch bey ihnen Statt hat), eben so verschieden ist, als die Action zum Theil anorgischer Ketten von demselben, (welches letztere in beyden Fällen, da ja in beyden eines und dasselbe, was, und zwar in beyden auf die nemliche Art, reagirt, ein erregbarer Nerv . . . im einen wie im andern nemlich, es ist, an und in dem es erzeugt, und in und durch welchen es propagirt, und zuletzt zu gleichen Zwecken verwandt wird, auch eben so eines und das nemliche, d. i., in beyden Fällen identisch, seyn muß und ist); denn es sind auch hier Fälle möglich, wo (wie in *Fig. 16.*) die contractilen Muskeln (*m*) selbst ganz und gar nicht mit in der Kette ($\mu n l$) enthalten sind, also die Wirksamkeit in der Kette als solcher sich auch nicht bis auf sie erstreckt, sie aber demohngeachtet durch dieselbe in Contraction versetzt werden können, was unmöglich wäre, wenn beyde eines und dasselbe wären, und die dynamische Communication zwischen den gedachten Muskeln und dem Galvanisch afficirten Antheil ihrer Nerven nicht durch ein von der dies thuernden Action der Kette gänzlich Verschiedenes, von uns *N* genanntes, unterhalten würde.

§. 14.

So wie sich aber diese Verschiedenheit der Action der Kette von letzterem *N* in Galvanischen Versuchen von der gewöhnlichen Art noch auf mancherley Weise darthun läßt, so auch hier, und zwar sind keine Versuche in dieser Hinsicht instructiver, als die über die Verschiedenheit der Bedingungen der Leitungen beyder. Es ist aus der vorhin genannten Abhandlung über den Galva-

nismus in der anorgifchen Natur bekannt, dafs die einzige Bedingung, unter der dieses *N* in erregbar lebenden Nerven feine Gegenwart verräth, (vielleicht auch überhaupt erft gegenwärtig wird), die ungestörte Continuität der organifchen Structur des letztern und feines Zusammenhangs mit den ihm zugehörigen Muskeln, ift, und fo dies, da die Aeufserung feiner Gegenwart mit feiner Propagation von der gereizten Stelle des Nerven nach den Muskeln unzertrennlich verbunden ift, zugleich auch die einzige Bedingung feiner Leitung ift, alfo überhaupt keine andere Materie, als nur ein auf diese Art beschaffener Nerv, in dem es noch dazu, wenn das Statt haben foll, felbst entstanden feyn mufs, demselben zum Leiter dienen kann. Gliche daher die Galvanifche Action in Ketten aus blofs thierifchen Theilen diesem *N*, fo würden in *Fig. 162.*, wo der Nerv des Bogens *m* in *u* stark unterbunden oder durchschnitten ift, im letzten Fall aber beyde Theile, *n* und *v*, wieder genau an einander gebracht find, bey der Berührung *m's* mit *v*, in *m* keinesweges Contractionen mehr zu erhalten feyn, fo erregbar auch *m* feyn möge, und fo lebhaft es unter diesen Umständen contrahirt wurde, ehe man feinen Nerven unterband oder durchschnitt. Aber man erhält fie dieler Unterbrechung ohngeachtet noch nach wie vor, nur mit dem sehr natürlichen Unterschied, dafs, wenn die Stelle oberhalb *u*, *v* nemlick, vor der Unterbindung in ziemlich hohem Grade erregbar war, jetzt die Wirkung für *m* etwas schwächer ausfallen mufs, als vorhin, da jetzt die *N* an *m* abgegebene Länge des Nerven *nv*, damit die an dasselbe abgegebene Menge von *N* felbst, und folglich auch die durch dasselbe in ihm (*m*) bewirkte Contraction, klei-

ner, als unter den vorigen Umständen, ist. Zwar ist es wohl auch, abgesehen von dem Vorigen, möglich, daß man wirklich Fälle anträfe, wo nach einer solchen Unterbindung in *Fig. 162.* auch die vorher noch vorhandenen Contractionen aufhörten, und wieder erscheinen, wenn man *m* mit dem unterhalb dem Unterband befindlichen Nervenstück *n* verbinde, wie in *Fig. 165.* (*Tab. IV.*); diese Fälle aber werden selten, und obiger Folgerung auf keine Weise entgegen seyn, indem sie nur bey schwächerer Erregbarkeit des Organs möglich sind, wo die bey höherer Erregbarkeit bloß mäßige Schwächung des Effects für *m*, die man, abermals analog dem, was für Ketten gemischter Art in dieser Hinsicht bereits anderwärts (*a. a. O. §. 56. S. 205. und Tab. I. Fig. 14. Tab. II. Fig. 97 — 101.*) angeführt worden, bemerkt, nachdem man den Nerven unterbunden hat, und nun mit dem nemlichen, jetzt aber oberhalb des Unterbands befindlichen Nervenstück *v*, oder auch, statt vorhin wie jetzt mit dem unterhalb *u* befindlichen Stück *n*, wie in *Fig. 185.*, mit dem oberhalb desselben, mit *v*, wie in *Fig. 162.*, die Kette schließt, wo diese Schwächung, sage ich, so unbedeutend sie auch an sich ist, doch groß genug wird, damit nur der größere Factor der Differenz, die stärkere Reizung von beyden, sich als Contraction der Muskeln veräußern kann, die kleinere aber für die Wahrnehmung latent bleibt; eben dieser Umstand aber, daß sich nemlich ein solches Wegfallen der Contractionen bloß auf einen — schwächern Grad der Reizung —, keinesweges aber auf einen gänzlichen Mangel derselben, reducirt, bestätigt nur unsere obige Angabe, der Verschiedenheit der Action in thierischen Ketten von *N* nemlich, noch

von einer neuen Seite, da ein vollendeter Unterband oder Durchschnitt, wie er bey diesen Versuchen vorausgesetzt wurde, diesem N und seiner Propagation nicht, wie jener, bloß in dem oder jenem Grade misgünstig ist, sondern es sogleich absolut negirt.

§. 15.

Mit den Versuchen über die Leitung beyder, der Galvanischen Action und des bekannten N, stehen die über die Ableitung beyder im genauesten Zusammenhang. Jene bestimmten die Beschaffenheit der Leiter derselben nur im Allgemeinen, diese hingegen betreffen mehr die individuelle Beschaffenheit eines jeden, und die daraus hervorgehenden speciellen Modificationen des wahrzunehmenden Erfolgs. — Giebt es für N auch in Ketten aus bloß thierischen Theilen durchaus keinen andern Leiter, als den lebenden Nerven selbst, und ist ein bloßer Unterband, eine bloß relative Unterbrechung der Continuität desselben, schon hinreichend, auch diesen Leiter absolut untauglich zu machen, so begreift man von selbst, daß dies noch weit mehr der Fall seyn werde, wenn alle Continuität gänzlich aufgehoben ist. Dieser Fall, welcher z. B. bey Durchschneidung eines Nerven, so genau man auch nach diesem die getrennten Stücke wieder zur wechselseitigen Berührung, aus bloßer Contiguität, bringe, Statt hat, tritt aber ebenfalls, und auf das vollkommenste, so oft ein, als man einen Nicht-Nerven, d. i., irgend eine beliebige andere Substanz, welcher Art sie auch sey, mit dem übrigens auch noch so erregbaren Nerven in Verbindung setzt, da hier eben so, wie in dem oben erwähnten Fall, nichts als bloße Contiguität Statt findet. Man sieht demnach,

dafs nach einer Ableitung dieses N keine Frage seyn kann, und jeder Versuch, den man etwa nach dem Schema der, in jener Hinsicht für zum Theil anorgische Ketten in der oben erwähnten Abhandlung (§. 50. S. 162 — 165. und *Tab. I. Fig. 1. 25 — 31.*) angeführten, anstellen möchte, negativ ausfallen wird. Anders verhält es sich mit der Galvanischen Action dieser Ketten. Schon, dafs wir nur überhaupt von Galvanischer Wirkung, unter solchen Umständen etwas wissen, zeigt, dafs diese Action in Rücksicht der Bedingungen ihrer Gegenwart und Leitung bey weitem nicht so beschränkt ist, als jenes N, denn wird bey Schliessung einer Galvanischen Kette, selbst der einfachsten, die bey bloss thierischen Theilen möglich ist, in *Fig. 162.*, wohl etwas anderes bewirkt, als blofse Contiguität der beyden Theile, mit denen die Schliessung geschieht? Mehr aber fordert auch das sogenannte Phänomen der Ableitung als Bedingung seiner Möglichkeit nicht; und so ist es schon von diesem Gesichtspunkt aus mehr als wahrscheinlich, es auch bey jener in Ketten aus bloss thierischen Theilen Statt habenden Action anzutreffen. Und wirklich, wir haben es schon; man hat sich deshalb bloss an die Versuche zu erinnern, die wir oben §. 6. u. f. zum Erweis der Fortdauer dieser Action in Ketten von der genannten Art angeführt haben. Es ist aus früheren Untersuchungen bekannt, dafs der Bogen *r*, dessen wir uns im letzteren bedienten, wenn nicht ausschließlich, doch ganz sicher zum Theil, durch Ableitung eines mehr oder minder beträchtlichen Theils der Action der Kette von dem ihr ausgesetzten Nerven, wirke, da der wirkliche Erfolg dieser Voraussetzung vollkommen entspricht, (s. d. öfterer a. O. §. 63. S. 217.

u. f.). Aber auch für unsern Fall findet dies seine volle Bestätigung. In *Fig. 159.*, wo man statt r ein zweytes abermals erregbares Organ und dessen Nerven, μ ν , anwendet, wird μ ebenfalls contrahirt, wenn man mit ν den bereits in der mit ihm selbst geschlossenen Kette n m begriffenen Nerven n berührt, und es ist nicht nur aus dem Vorigen schon bekannt, daß diese Contraction keinesweges von aus n nach ν übergetretenem N , (wenn dies auch jetzt, nachdem m von der bey der Schließung mit m n erlittenen Contraction längst wieder zur Ruhe gekommen ist, hier wirklich noch zugegen seyn sollte), herrühren könne, da ja ν nichts weniger, als mit n in der dazu erforderlichen Continuität steht, indem selbst die von μ mit m , wenn man etwa beyde nicht von einander getrennt, und darauf wieder in bloße Berührung mit einander gebracht hätte, hierzu nichts beytragen kann, weil N bereits an der Grenze von n mit m , so continuirlich auch beyde mit einander von Natur verbunden sind, einzig wegen der Heterogeneität beyder, schon vernichtet wird, — sondern es läßt sich noch überdies direct erweisen, daß das Uebergetretene ein wirklicher homogener Antheil der Action der Kette sey, dadurch, daß jene Contraction, wenn sie nur irgend einigen Grad erreicht, bey weitem nicht absolut unterbrochen, sondern höchstens bloß etwas geschwächt wird, wenn man ν zwischen dem Berührungspunkte mit n und μ , z. B. in u , unterbindet, wie in *Fig. 186.* (*Tab. IV.*), sobald nur dieser Unterband nicht allzu nahe an μ , so daß μ und n einander berühren, geschieht, unter welchen Umständen aus bald zu begreifenden Ursachen freylich die Contraction für μ , wiewohl damit aber immer noch nicht die wirkliche Gegen-

wart der Action in ihm und seinem Nerven, sondern bloß die Möglichkeit, ein sinnlich wahrnehmbares Product zu erzeugen, wegfällt. Ganz genau so aber würde sich dieser erregbare Bogen $\mu\nu$, mit und ohne Unterband, verhalten haben, wenn auch die Kette mn keinesweges ganz aus thierischen Theilen, sondern, wie z. B. in *Fig.* 187., nur zum Theil daraus, und zum andern aus anorganischen Körpern, z. B. Zink a und Zinn b , bestanden hätte: die Action in den Ketten der ersten Art glich also hierin der in den von der letzten Art völlig.

§. 16.

Auch in andern den vorigen verwandten Versuchen wird sich nun diese Gleichheit beyder ferner behaupten müssen. Als Beyspiel aller wähle ich den interessantesten unter ihnen, den Versuch *Fig.* 163., der für rein animalische Ketten das ist, was *Fig.* 38. für Ketten gemischter Art ist. Der Nerv eines sehr erregbaren Froschschenkels m , der in *Fig.* 154., wo man sich r vor der Hand wegdenke, bey der Schließung der Kette sehr starke Contractionen erlitt, ist in u unterbunden, und die ganze zwischen diesem Unterband und m enthaltene Stelle, wie in *Fig.* 38., mit einer Hülle feuchtem Muskelfleisch, nassem Schwamm.... s , umgeben. Bringt man hier den freyen, oberhalb des Unterbands befindlichen Theil des Nerven, ν , mit den Muskeln von m , zusammen, und schließt auf diese Art die Kette, so wird man, wenn nur s an m genau anliegt, nicht die geringste Spur von Muskelcontraction bemerken, so erregbar übrigens auch m nur immer seyn möge. Es werden aber Zuckungen erscheinen, sobald man s nicht mehr mit m in Berührung läßt, sondern es, wie in *Fig.* 188., so weit

zurückschiebt, oder es überhaupt so klein anwendet, daß zwischen s und m der Nerv in der Länge von einer oder etlichen Linien leer bleibt. Sie verschwinden wieder, wenn man s wieder mit m , entweder unmittelbar, oder auch, wie in *Fig. 189.*, durch ein zweytes Stück Muskel-
 fleisch u. s. w. t , mittelbar, zusammenbringt, wodurch diese *Fig.* für Ketten ihrer Art ganz der ähnlichen *Fig. 40.*, die das nämliche für gemischte Ketten ist, entspricht. Die nämlichen Mittel aber, mit deren Hülfe man dort darthut, daß, wenn auch die Organe in Ruhe bleiben, dessen ungeachtet noch eine eben so starke Action in der Kette erzeugt und unterhalten werde, als im entgegengesetzten Falle, und daß diese scheinbare Unwirksamkeit der Kette nur daher rühre, daß die gedachte Action durch die grössere Leitungsfähigkeit, welche s für dieselbe hat, verhindert wird, den erregbaren Nerven selbst, oder wenigstens in solchem Grade, zu treffen, und in ihm das zur wirklichen Contraction so unentbehrliche N , und in hinreichender Menge, zu erzeugen, — dieselben Mittel zeigen, daß das auch hier der Fall sey. Der Schenkel μ in *Fig. 192.* und *193.*, der mit seinem Nerven ν zusammen einem gewöhnlichen Fleischbogen r gleich gilt, vor diesem aber noch den Vortheil hat, vermöge seiner Erregbarkeit merkliche Veränderungen in ihm durch Contraction an ihm sinnlich wahrnehmbar werden zu lassen, wird in ersterer *Fig. 192.* nach vorhergegangener Schließung von $ms(n)s\nu$ eben so gut in Contractionen gerathen, wie in *Fig. 159.*, und in *Fig. 193.*, wo $ms(n)s\nu$ nicht vorher geschlossen wurde, eben so gut davon befreit bleiben, als in *Fig. 185.*; zum deutlichen Beweis, daß *Fig. 192.* und *193.* nichts als andere Ausdrücke von *Fig. 159.* und *158.*, übrigens aber mit ihnen von ganz

gleicher Bedeutung sind. In $mn(s)n$ Fig. 192. ist also dieselbe Action vorhanden, wie in mn Fig. 159., und da, im Fall diese Action den Nerven n wirklich getroffen hätte, das dadurch veranlaßte N nicht weiter abgeleitet werden, sondern einzig auf das Organ nm angewiesen seyn konnte, und es mithin daselbst sicher Contractionen hätte hervorbringen müssen, wäre es nur überhaupt vorhanden gewesen, diese aber fehlten, so ist die Ursach davon in nichts anderm zu suchen, als in einer Ableitung der gegenwärtigen Action von den zu erregenden Nerven durch die Hülle s (oder st in Fig. 189.)

§. 17.

Auch ist es hier eben so wenig, wie in solchen Ketten, deren Wirkksamkeit zum Theil durch anorgische Körper bestimmt wird, nothwendig, daß s ein feuchter oder flüssiger Körper bestimmt, es kann, wie dort, eben so gern auch einer von den festern Leitern des Galvanismus, z. B. ein Metall, Kohle, Reifsbley u. f. w. a in Fig. 190. und 191. seyn. Ja, man wird bey genauer Untersuchung sogar finden können, daß, abermals analog dem, was in jenen Ketten geschieht, auch hier die ableitende Kraft der Körper der letzten Art in den genannten Figuren die der erstern in Fig. 163. 188. 189. 192. und 193. beträchtlich übertreffe; — so wie man überhaupt bey gehöriger Erregbarkeit der zu den Versuchen angewandten Organe und einem hinlänglichen Aufwand von Geduld und Aufmerksamkeit, zuletzt alles, was von der Verschiedenheit der Grade, in welchen dieser oder jener Körper und unter dieser oder jener Form u. f. w., die Action einer nur zum Theil organischen Kette leitet und ableitet, in den ersten beyden Stücken dieser Bey-

träge angeführt wurde, ohne Ausnahme auch für die, mit denen wir es hier zu thun haben, d. i. für rein aus thierischen Theilen construirte Ketten, bestätigt finden wird.

§. 18.

Wir haben bereits bey Gelegenheit des Beweises der Gegenwart der Galvanischen Action in einzig aus anorganischen Leitern construirten Ketten *) gesehen, in welchem genauen Zusammenhange die Bedingungen der Leitung dieser Action mit der Qualität derselben stehe, wie jene durch diese bestimmt werden, und sich mit einer Aenderung derselben ebenfalls ändern müßten. Die Harmonie, die durch die Anwendung dieser Wahrheit in jene Untersuchung und ihre Resultate kam, hat diese selbst aufs schönste bestätigt, und nichts wird uns nun hindern können, dieselbe auch auf unsern Fall überzutragen. — Wir haben gefunden, daß in Ketten aus bloß thierischen Theilen eine Action Statt habe, die, entstanden bey Bildung der Kette unter Bedingungen, deren Gesetze übereinkommen mit denen, die wir ehemals für die Construction wirklicher Ketten, zu denen neben den zu erregenden Organen auch gänzlich anorganische Körper verwandt werden, aufgefunden haben, so lange fort dauert, als sie, die Kette selbst, ungestört erhalten wird. Diese Action war eben so wie die in jenen Ketten erzeugte beschränkt auf die Sphäre der sie begründenden Kette selbst. Jetzt haben wir endlich noch gefunden, daß auch das, was über ihre innere Qualität

*) S. diese Beyträge, a. a. O. §. 28. u. f. S. 161. u. f.

entscheidet, die Bedingungen der Leitung derselben, daß diese ebenfalls denselben Gesetzen folgen, die wir ehemals für die in gemischten Ketten, wie man sie gewöhnlich und zuerst kannte, festgesetzt haben. Unter allen Umständen hat uns also die erstere Action genau dasselbe Verhalten gezeigt, was wir von der letztern wahrzunehmen gewohnt waren. Wenn wir aber von äußern Dingen überhaupt nur durch ihre Verhältnisse zu andern und beyder zu uns Kenntniß haben können, ja wenn aus diesem Verhalten uns die Dinge selbst erst, und zwar gerade so und nicht anders, hervorgehen, als dieses sie uns gibt, was kann uns dann ferner im Wege stehen, aus dem so durchgängig gleichen Verhalten beyder die Gleichheit dessen, was sich verhält, in unserm Fall der Galvanischen Action in Ketten aus bloß thierischen Theilen und in solchen, die nur zum Theil aus diesen, zum andern aber aus nicht thierischen, aus anorganischen Gliedern, zusammengesetzt sind, zu schliessen, oder vielmehr, sie unmittelbar darin zu finden? Nichts wird uns also mehr hindern, ein für allemal als allgemeines Gesetz aufzustellen: daß die Galvanische Action in Ketten, gebildet aus bloß thierischen Theilen, und die in Ketten, aus thierischen und nicht thierischen zugleich gebildet, auf keine Art von einander verschieden, sondern in jeder Rücksicht eine und dieselbe sind. —

§. 19.

Man weiß, daß die Galvanische Action in Ketten von der gewöhnlichen Art neben der Wirkung, der sie bey ihrem Eintritt und Aufhören, oder doch in diesen

Momenten im vorzüglichern Grade auf die räumlichen Verhältnisse der mit ihr in kausalem Zusammenhang stehenden contractilen Muskelfaser hat, bey noch lebenden Individuen sich außerdem noch durch mancherley Empfindungen zu erkennen gibt, wenn man mit ihr eins oder mehrere Sinnesorgane in ähnliche Communication bringt. Die Versuche, in welchen man dies bewerkstelligt, sind so bekannt, daß wohl jemand fragen könnte, ob nicht die in, ihrer Zusammensetzung nach bloß thierischen, Ketten Statt findende Action dasselbe zu bewirken im Stande seyn sollte, und sich so nicht eine neue Gleichheit der Action in beyden Fällen aufzeigen lassen möchte. Es ist daher nöthig, mit wenigen Worten einem Mißverständniß vorzubeugen, zu dem man wohl kommen könnte, indem man unter den Umständen, wie sie gemeiniglich sind, sicher nicht einen Versuch, in welchem man etwas dem Geforderten ähnliches anträte, finden, und so sich doch am Ende zu einigem Zweifel an der vorhin, andern Gründen zu Folge behaupteten, Identität der Galvanischen Action in solchen Ketten mit der in den andern gewöhnlichen, berechtigt glauben möchte. Wir haben, diesen Zweifel zu lösen, nichts nöthig, als daß wir uns an etwas erinnern, was alle bisherigen Versuche gelehrt haben, daran nemlich, daß die Action auch in den kräftigsten Galvanischen, aber bloß aus thierischen Theilen componirten Ketten immer noch an Intensität beträchtlich der nachstehe, die man in den gewöhnlichen Versuchen mit Hülfe zweyer, in Rücksicht ihrer sogenannten Excitationsfähigkeit nur wenig, und selbst sehr wenig, von einander verschiedener Metalle, wie Zinn und Bley, hervorbringt. Eben so wissen wir aber, daß der Eindruck, den der auf solche Weise her-

vorgebrachte Grad von Action auf ein sensibles Organ macht, immer noch zu gering sey, um von uns unter den Umständen, in welchen wir uns gewöhnlich befinden, wirklich bemerkt zu werden. Um so weniger wird daher dies möglich seyn, wenn unsre Zunge, unser Auge, u. s. w., Theil an einer allein aus animalischen Substanzen gebildeten Kette, selbst der wirksamsten nimmt, da der von ihnen herrührende Eindruck noch schwächer ist, als jener. Hieraus aber wird wohl niemand folgern wollen, daß wirklich keine Action, oder wenn das auch, doch keine, der bey der Anwendung beträchtlich verschiedener Metalle erzeugten, ähnliche, gegenwärtig sey. Sollte indess wirklich jemand noch so inconsequent seyn können, so würde man ihm, um ihm die erste Meinung zu widerlegen, nur anführen dürfen, daß in *Fig. 160.*, wo man sich *r* auf einen Augenblick wegdenke, *m* sich, wenn nur seine Erregbarkeit überhaupt noch groß genug ist, um bey der Schließung von *m n v* in Contractionen übergehen zu können, gleichfalls contrahiren, wenn der Experimentator statt *v* seine Zunge, oder wenn er dazu geübt genug ist, das Inwendige seines Auges, anwendet, ohne daß er auf ersterer Geschmack, noch in letzterem Licht habe; und eben so würde er auch die zweyte sehr bald verlassen müssen, wenn man ihm zeigte, daß sein Zweifel, eben nicht gegründeter sey, als der, daß die Action, die Zinn und Bley mit einem thierischen . . . Theile hervorbringen, von der durch Zinn und Silber hervorgebrachten wohl darum verschieden sey, weil die Zunge im ersten Fall schmeckt, und das Auge Licht sieht, im andern aber nicht. Der Geschmack, der Lichtschein, den Zinn und Silber hervorbringt, ist beträchtlich größer, als der von Zinn und Silber bewirk-

te, sicher wird er aber darum nicht, (denn das höbe schon das Princip auf, welches er vorhin seiner Behauptung zum Grunde legte,) glauben wollen, die Action der ersten Verbindung sey anderer Beschaffenheit, als die der letztern, und doch ist das, um wieviel die erste Action gröfser ist, als letztere, genauen Versuchen zu Folge ein bey weitem gröfseres Quantum, als die Summe aller der Action, die jenes Zinn und Bley bewirken können, und es findet zwischen beyden Fällen weiter kein Unterschied Statt, als der, dafs in ersterem, (nach dem Abzug der Zink Zinn Action von der Zink Silber Action,) etwas (die Zinn Silber Action,) im letzten hingegen (ZinnBley Action — Zinn Bley Action =) nichts (=0) übrig bleibt. — Von dieser Seite also hätte unser im vorigen §. aufgestellter Satz keinen Eintrag zu befürchten.

§. 20.

Aber auch vor jedem andern ist er gesichert. Alles, was etwan zu fernern Einwürfen gegen die oben erwiesene Identität der oftgenannten beyden Actionen Anlaß geben könnte, wird sich zuletzt doch immer auf das reduciren, was unsern frühern Versuchen, die uns auf das leiteten, was wir ehemals „Richtung der Galvanischen Action“ genannt haben, zum Grunde lag. In *Fig. 146.* werden *c* und *d* keinesweges in gleichem Grade, ja überhaupt bey weitem nicht jedesmal beyde zugleich, in Contractionen versetzt, wenn man die Kette mit zwey von einander verschiedenen Metallen oder andern festen Leitern des Galvanismus, als Zinn *a* und Kohle *b*, schliesst. Und so wird auch bey Oeffnung der Kette, wenn Contraction da ist, diese nicht genau wieder in dem Grade und an derselben Stelle allein oder am stärk-

sten vorhanden seyn, als bey der Schliessung derselben. Alle diese Modificationen werden bestimmt durch das örtliche Verhältniß der beyden Körper a und b zu γ und δ , und es fragt sich, ob nicht, wenn man statt a und b in der angenommenen Bedeutung zwey von einander verschiedene thierische Theile, wie rr in *Fig. 156.*, anwendet, etwas Gleiches Statt habe.

§. 21.

Zwar hatte mich bis jetzt die grofse Seltenheit so natürlich hoher Grade von Erregbarkeit, als zu solchen Versuchen, damit sie nur einigermaßen zuverlässig werden, erforderlich sind, und dann die nicht geringe Geduld, die bey so feinen Untersuchungen, selbst unter den günstigsten Umständen, nöthig ist, um etwas festes ausmachen zu können, verhindert, dies unmittelbar durch Versuche von der Art, wie ich sie eben erwähnte, bestätigen oder widerlegen zu können. Nichtsdestoweniger aber haben andere Versuche, die mit den angeführten im grölsten Zusammenhang stehen, ja zuletzt nichts anders, als sie selbst, nur unter einem andern Ausdruck, find, das erstere schon seit längerem bis zu einem sehr hohen Grade gethan. Es ist nämlich aus Versuchen, die ich bereits in meiner früheren Schrift über den Galvanismus (Bew., d. e. best. Galv. d. Lebenspr. u. s. w.) erzählt habe, deutlich, wie *Fig. 146.* dieser Beyträge eigentlich eine Zusammensetzung aus zwey Ketten sey, die man durch *Fig. 194.* α und β ausdrücken kann, wo das obere Metall nicht unmittelbar, sondern durch einen feuchten Leiter d oder c mit c oder d mittelbar verbunden ist. Man nehme in letzterer *Fig.* statt d oder c ein dem schon vorhandenen ähnlich präparirtes Organ

$d\delta$ oder $c\gamma$, und in beyden Fällen wird *Fig. 146.* wiederhergestellt seyn. Da es aber für den Erfolg, den die durch ab bewirkte Action auf $c\gamma$ in *Fig. 194.* α oder $d\delta$ in β . haben soll, dasselbe ist, d oder c sey ein Stück Muskelfleisch, nasser Schwamm u. s. w., oder es sey ein zweytes dem schon gegenwärtigen ähnliches Organ $d\delta$ oder $c\gamma$, und da abermals auch *Fig. 194.* α . und β . zuletzt übereinkommt mit *Fig. 195.* α . und β ., wo das bereits vorhandene Muskelfleisch c oder d die Stelle von d oder c in *Fig. 194.* zugleich mit vertritt, diese reducirte *Fig. 193.* also der zusammengesetzter scheinenden *Fig. 146.* völlig parallel geht, so dass man aus dem Vorgang in der einen mit der größten Zuverlässigkeit auf den in der andern schliessen kann, ferner aber für bloß thierische Ketten *Fig. 196.* zu *Fig. 156.* genau in dem Verhältniß steht, wie für gemischte Ketten *Fig. 195.* zu *Fig. 146.*: so wird es leicht seyn, zu sehen, wie man auch hier mit derselben Zuverlässigkeit, wie dort, aus dem einen Falle für die andern folgern könne. Was a und b für c und d in *Fig. 195.* sind, das sind sich m und n in *Fig. 196.* selbst. In dieser *Fig.* aber kann wirklich nicht bloß bey der Schließung der Kette Zuckung zugegen seyn, sondern häufig auch bey ihrer Trennung, und wenn sie auch hier einmal wegfallen sollte, wie dies wohl gewöhnlich, d. i., bey niederem Grade der Erregbarkeit von m , geschieht, so ist es bloß darum, weil der bey dieser Trennung erfolgende Eindruck, den die mit derselben erfolgende Aufhebung der Action auf das Organ macht, zu gering ist, um das aus frühern Betrachtungen bekannte eben Statt findende x von Action zu übertreffen, was das Organ gleichsam verschluckt, ehe der Ueberschuss wirklich auf Contractio-

nen verwendet werden kann. Es ist hier also eben so gut, wie bey der Einwirkung jeder (zum Theil oder ganz) durch andere Körper erweckten Action auf ein erregbares Organ Contraction desselben sowohl bey der Schließung als bey der Trennung der Kette möglich, und die sie veranlassenden Eindrücke auf dasselbe sind eben so verschieden dem Grade nach, als in irgend einem andern gewöhnlichen Falle. Diese Verschiedenheit des Grades ist eben so an gewisse Regeln gebunden, wie dort, und da dies eben dasjenige ist, was in *Fig. 146.* und ihre Modificationen die bekannte Regelmäßigkeit bringt, so wird das auch für *Fig. 156.* (wo hier *r* und *r* zwey von einander und wieder von Muskel und Nerv verschiedene thierische Theile bedeuten,) und ihre möglichen Modificationen, der Fall seyn müssen, denn auch hier ist *Fig. 156.*, um es noch einmal mit andern Worten zu wiederholen, nichts, als das Doppelte der *Fig. 196.*, auf dieselbe Weise, wie es *Fig. 146.* von *Fig. 193. α.* oder *β.* ist. Es ist nicht möglich, hier über jene Regelmäßigkeit, die in Rücksicht des Grades und des Wenn's der Zuckungen in *Fig. 196.* Statt hat, etwas näheres anzugeben, da wir, um sie ganz darzustellen, vorher die verschiedenen Zustände von Erregbarkeit, die man bey thierischen Organen und zwar nicht bloß an verschiedenen, sondern oft an einem und demselben, nur zu verschiedenen Zeiten, ja selbst zu gleicher Zeit und nur an verschiedenen Stellen seines einen und desselben Nerven, antrifft, genauer aus einander gesetzt haben müßten, weil natürlich nur bey einem und demselben Zustand des Organs, bey gleichen äußern Potenzen — und in Galvanischer Hinsicht sind dies hier selbst die Organe für sich, als Erregbare und insofern Innere — ein

und dasselbe Product aus beyden erfolgen, und die erwähnte Regelmässigkeit nur für Producte, die in eine gemeinschaftliche Sphäre fallen, gelten kann; — von welchen verschiedenen Zuständen der Erregbarkeit und ihrem Einfluss, den sie auf den Erfolg des Versuchs haben, wir ihrer Umständlichkeit und anderweitigen Wichtigkeit wegen erst in der Folge, und besonders, das nähere erzählen können. Durch diese Uebergang verlieren wir indess vor der Hand nichts, da wir, was wir für jetzt nöthig hatten, die wirklich Statt findende, und keinesweges bloß ungefähre, Verschiedenheit in dem Grade und dem Wenn der Contractionen, welche Organe bey hinlänglich hoher Erregbarkeit in *Fig. 156.* erleiden, bereits angeführt haben, und die Sache selbst so gewiss ist, daß sie jedem, der Versuche dieser Art, wenn auch selbst nicht zum öftern, angestellt hat, längst vorgekommen seyn muß, und so sie selbst keiner weiteren Auseinandersetzung bedarf. Kurz, wir wissen aus dem in diesem §. Erwähnten deutlich genug, daß auch der einzig durch thierische Theile erzeugten Galvanischen Action keinesweges die Eigenheiten fremd sind, die die in zugleich aus andern nicht thierischen, und, wie ich in den ersten Stücken dieser Beyträge S. 256. u. f. (Bew. u. f. w. §. 93. u. f.) gezeigt habe, selbst die, in ganz aus anorganischen Körpern zusammengesetzten Ketten erzeugte in vieler Hinsicht so merkwürdig gemacht, und zu dem Gelegentlich gegeben haben, was wir vor diesem unter Richtung der galvanischen Action verstanden.

§. 22.

Wir fanden im Vorigen die Galvanische Action in rein thierischen Ketten überall von gleichem Verhalten

mit der in sogenannten gemischten Ketten. Wir wissen seit längerem, daß auch die in ganz aus anorganischen Körpern zusammengesetzten Ketten mögliche Action, ihrer Natur und ihren durch diese bestimmten Äußerungen nach, ebenfalls mit der in Ketten der letztgenannten Art übereinkomme. Alle diese auf so verschiedene Weise hervorgebrachten Actionen sind demnach eine und dieselbe, und was der einen zukommt, wird sicher auch von der andern gelten müssen. Es ist aber bekannt, daß der Proceß, durch den sich die Action rein anorganischer Ketten dem Sinn unmittelbar zu veräußern pflegt, chemischer Natur ist, und zum Mittelpunkt den wahrscheinlichen Mittelpunkt alles chemischen Vorgangs auf Erden, den Sauerstoff hat, indem sich noch alles, was man bisher davon wahrnehmen konnte, auf Oxy- und Desoxydation reducirt hat. Auch die Action gemischter Galvanischer Ketten thut dies, wenn nur ihr Grad groß, und die Zeit, die man ihr läßt, lang genug sind, damit ihr Product die Größe erreiche, welche es in jenen Versuchen unter ähnlichen Bedingungen hinlänglich merklich macht. Es ließe sich also wohl entschuldigen, wenn wir auch in Ketten, die allein aus thierischen Stoffen componirt sind, nach etwas Aehnlichem fragten. Untersuchen wir daher, ob und wie uns hierauf Antwort werden könne.

§. 23.

Die bloß aus anorganischen Körpern construirten Galvanischen Kettenverbindungen, die sich bisher durch ihren Einfluß auf chemische Processe, ihre Modificationen (oder auch wohl überhaupt erst ihren Eintritt) so ausgezeichnet haben, daß die Folgen davon schon in kürzerer

Zeit ziemlich merklich waren, gehören zu den wirksamsten, die man überhaupt bilden kann. Verbindungen dieser Art sind z. B. Zink + Silber + Wasser, Zinn + Gold + Wasser, u. s. w. Die Oxydabilität des oxydirbaren von jeden beyden ersteren wurde erhöht; die Oxydation, die vorher entweder gar nicht, oder doch in weit schwächern Graden würde Statt gehabt haben, begann, oder, wenn sie schon in einem Grade vorhanden war, wuchs nach Verhältniß der Gröfse des mit der Schließung der Kette beginnenden Einflusses derselben. Aller der Gröfse ungeachtet, welche den Producten dieser Einflüsse in Bezug auf das Phänomen selbst zukam, waren sie indess, absolut genommen, immer noch so gering, dafs, wenn man sich eine 20, 30, ja 50 Mal schwächere Galvanische Action denkt, man leicht begreift, dafs das nun um eben so viel kleinere Product (oder im vorher genannten zweyten Fall — der um so viele Male kleinere Unterschied der Producte vor und nach der Schließung von einander,) so unbedeutend seyn müsse, dafs es unserer Wahrnehmung gänzlich entgehen könne. Das aber wird ungefähr das Verhältniß seyn, in dem eine blofs durch thierische Theile, wie man sie gewöhnlich anwendet, begründete Galvanische Action zu einer in jenen Ketten Statt findenden mittleren steht. Es ist daher einleuchtend, dafs, wäre es möglich, alle Wirkung einer solchen Kette, soviel von den in ihr enthaltenen thierischen Substanzen herrührt, auf das nämliche Metall anzuwenden, an dem in den obigen Versuchen die vorhandene Action ihren Einfluß auf dasselbe (allein oder am vorzüglichsten) bewies, ihr Product, wenn auch eben nicht unendlich klein, doch wenigstens für eine Zeit, die die in jenen Versuchen ge-

wöhnliche nicht sehr übertrifft, unmerklich seyn müßte. Ja, wer sagt uns, ob, was wir von organischen und namentlich thierischen Substanzen nun seit längerer Zeit wissen, nicht zuletzt von allen Körpern gelte; ob nämlich nicht für jeden Körper mehr oder weniger, welcher Art er auch sey, es ebenfalls ein x von Action gebe, was übertroffen werden muß, wenn dieser Körper ihr zu Folge anfangen soll, sich chemisch zu äußern, sich mit andern zu verbinden, Bestandtheile zu entlassen, u. s. w. — gerade so, wie ein ähnliches x für die erregbare Muskelfaser Statt hat, oberhalb welchem erst Contractionen eintreten, deren Stärken sich dann wie die Ueberschüsse der vorhandenen Actionen über (das durch die jedesmalige Erregbarkeit des Organs bestimmte) x verhalten. Jeder chemische Proceß, oder, daß wir uns nun einschränken, wenigstens jeder durch Galvanismus bestimmte oder Galvanisch-chemische, würde dann das Product eines ähnlichen Ueberschusses seyn, und es würde eine Menge Fälle geben müssen, wo es der Kleinheit der Actionen, ihres x seyns wegen, nicht zum Proceß selbst käme, ohne daß darum die Tendenz (— zwar allerdings selbst noch, oder wieder, ein Proceß, als solcher aber höher, und anders genannt —) aufhört chemisch zu seyn. In unserm Falle würde sich also am erwähnten Metalle ganz und gar nichts, was einem chemischen Proceß gliche, äußern können, und doch, wer würde es läugnen, daß überhaupt etwas, etwas nach diesem Proceß absehendes, in oder mit ihm vorgegangen wäre. Dazu kommt, daß es überdem gar nicht einmal möglich ist, dieses Metall auf irgend eine Weise so in die bekannte Kette zu bringen, daß es an der Erzeugung und Erhaltung ihrer Wirksamkeit durchaus keinen activen Antheil

nähme, und doch dabey noch ihrem modificirenden Einfluß in aller seiner möglichen Stärke ausgesetzt wäre.

§. 24.

Es bleibt uns also, um zu etwas Befriedigendem, oder wenigstens zu der Aussicht darauf, zu gelangen, nichts weiter übrig, als uns an die, die Action, von der die Rede ist, begründenden thierischen Substanzen selbst, zu halten. Sie selbst müssen es seyn, an denen sich eine chemische Veräußerung jener Thätigkeit darthut, und diese Forderung kann uns nicht mehr so befremdend vorkommen, wenn wir uns erinnern wollen, das ja in den Ketten, die einzig aus Körpern der sogenannt leblosen Natur zusammengesetzt waren, das ganz derselbe Fall war. Sie oder vorzugsweise wenigstens eines von den jedesmal in der Kette enthaltenen Gliedern, muß eine Veränderung erleiden, die entweder an sich schon ins Chemische fällt, oder es doch darauf ansieht, d. i. deren Tendenz chemisch ist. Etwas aber, wodurch sich das Organische und vorzüglich alles Animalische von dem Anorganischen unendlich unterscheidet, ist die ungleich höhere Regbarkeit durch äußere Potenzen, eine Leichtigkeit, durch sie modificirt zu werden, die man in der leblosen Natur vergeblich sucht. Sey also das Totum der in einer rein thierischen Kette möglichen Action auch immerhin nur $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{30}$, ja selbst nur $\frac{1}{50}$ von der, die in rein anorganischen Ketten von mittlerer Wirksamkeit Statt findet, so wird dennoch sehr begreiflich das Product aus dieser Action, und dem Object, auf welches sie gerichtet ist, nicht nur ganz gewiß eben so groß ausfallen müssen, wie es dies für ein Metall in Ketten aus bloß anorganischen Körpern thut, sondern es wird, da die Reizbarkeit eines noch in dem Gra-

de, wie es bey wirksamen Galvanischen Versuchen dieser Art der Fall ist, vitalen Organs zu der jenes Metalls , unbezweifelt in einem noch weit größern Verhältniß steht, als das ist, was die das Metall treffende Action zu der, jenes Organ in der bloß thierischen Kette treffenden, hat, ebenfalls jenes in einem dieser Ueberlegenheit entsprechenden Grade übertreffen müssen, und so von einer GröÙe seyn, die beträchtlich genug wäre, um den Augen des Beobachters nicht entgehen zu können. Wir haben aber bisher an abgetrennten thierischen Organen bey solchen Graden von Erregbarkeit, die an die, ihnen im Zusammenhang mit dem lebenden Ganzen zukommenden, gränzten, oder doch sich nicht zu weit davon entfernten, als Folge der Einwirkung des Galvanismus auf sie, wirklich immer zweyerley Vorgänge von einer Bedeutung wahrgenommen, daß sie sich wohl mit den eben geforderten vergleichen dürfen, nemlich Contraction der Muskeln und — Modification der Erregbarkeit des reagiblen Organs, — und auf sie beschränkt sich alles, was wir bisher an, unsern Versuchen unterworfenen, Organen bemerkt haben. Sollten sie also wohl auch in jeder andern Rücksicht, als in der ihrer GröÙe, mit dem übereinkommen, was wir suchten? Sollten sie das seyn, was einem durch Galvanismus in den erwähnten Organen erweckten chemischen Proceß, als das ihn dem Sinne Veräußernde, coexistirte? Gewiß, die Gründe, auf die wir diese Vermuthung bauen, stehen an Stärke denen nicht nach, die uns zeither in andern Theilen der Physik auf, sich in der Folge bestätigende, Wahrheiten geleitet haben; wir könnten daher uns vor der Hand völlig mit ihnen begnügen. Aber wir haben dies nicht nöthig; es hat uns die Erfahrung wirk.

lich in den Stand gesetzt, hierüber auch von andern Seiten, und auf das vortheilhafteste, zu entscheiden.

§. 25.

Das eben erwähnte war der Gegenstand einer von mir verfassten Abhandlung, die bereits am 13ten Jul. d. J. (1800) in einer Versammlung der naturforschenden Gesellschaft zu Jena verlesen wurde. Da diese Abhandlung nächstens selbst im Druck erscheint, so würde es überflüssig seyn, wenn ich sie hier nochmals abschreiben wollte. Man verzeihe mir also, wenn ich mich jetzt blofs auf die Resultate, welche sie enthielt, einschränke; was man mir um so eher gewähren wird, da ich versichern darf, den Beweis derselben mit einer Strenge geführt zu haben, die der nicht nachsteht, welche aufmerksame Leser in frühern Arbeiten von mir bey ähnlichen Gelegenheiten haben bemerken wollen. Sie selbst sind folgende: — 1) Die Contraction der Muskeln ist ein Phänomen, welchem im Innern der letzteren, als mit ihr in causalem Zusammenhang stehend, ein Procefs coexistirt, der mit dem, welchen wir den chemischen nennen, oder, wenn es nicht zu diesem selbst kommt, — indem vielleicht die erregbare Muskelfaser, und eben so jeder übrige leicht zu unmittel- oder mittelbar auch äusserlich wahrzunehmenden Veränderungen disponirte Theil eines thierischen Körpers, das den Körpern der sogenannt leblosen Natur fehlende, oder ihnen doch nur in sehr geringem Grade zukommende Vermögen besitzt, innere Veränderungen, die einen blofs seiner Tendenz nach chemischen Procefs, nicht aber ihn selbst, zum Grunde haben, durch gleichzeitige grofse äufsere Veränderungen den Sinnen zu veräußern, — doch der Tendenz nach,

mit ihm übereinkommt. 2) Jeder in Contraction über-, oder doch darauf ausgehenden inneren Veränderung der erregbaren Muskelfaser entspricht eine gleichzeitige Veränderung in dem Innern der zu diesen Muskeln gehörigen Nervenzweige, die ihrer Natur nach jener gleicht. 3) Ein Jeder dieser Vorgänge ist seinem Gehalt nach der entgegengesetzte des andern, und zwar läßt sich der erstere von beyden mit dem Namen eines Desoxydations-, der zweyte aber mit dem eines Oxydationsprocesses bezeichnen, da, wenn der eine oder der andere jenes auch noch nicht wirklich selbst seyn sollte, er, oder vielmehr sie, doch endlich bey genug erhöhtem Grade in diese übergehen würden, und sie recht eigentlich das sind, was diese zu dem macht, was sie sind, indem letztere ohne erstere überhaupt nicht seyn könnten und würden. 4) Muskeln also sind contractil, insofern sie desoxydirbar (in dem eben genommenen weiteren Sinne des Worts) sind, und alles, was diese Eigenschaft vermehrt, erhöht ihre Contractilität, alles hingegen, was sie vermindert, schwächt dieselbe. 5) Nerven im Gegentheil sind des sie treffenden Anthells an dem aus Oxy- und Desoxydation zusammengesetzten Proceß, dessen anderer Antheil für die Muskelfaser zuletzt sich äußerlich als Contraction darstellt, fähig, insofern sie oxydabel (ebenfalls im vorigen weiteren Sinne des Worts) sind, und alles, was diese Eigenschaft vermehrt, erhöht, alles hingegen, was sie vermindert, schwächt diese Fähigkeit.

§. 26.

Man wird an seinem Orte dies alles weiter auseinander gesetzt finden; man wird sehen, wie nicht bloß

der Antheil von Nervenäußerung, der in die Erzeugung der Muskelcontractionen eingeht, chemischer Natur sey; es wird sich zeigen, daß auch jede andere organische Äußerung der Nerven sich auf ähnliche Processe reduciren, daß demnach zunächst alles, was die Empfindung betrifft, alle Sinnesäußerungen, zum inneren Begleiter ebenfalls Processe haben, deren letzter Beziehungspunkt, wie in jenen, der Sauerstoff ist. Und ist das einmal gewiß, wer sollte dann noch den Einfluß verkennen, den diese nähere Bestimmung auf alle übrigen Theile der Physik und Physiologie haben muß, da vor aller Beschäftigung mit äußern Dingen und ihren Erscheinungen, der wir uns in der Absicht unterziehen, diese zu erklären, uns nichts so nothwendig seyn kann, als eine nähere Bekanntschaft mit der Art, wie wir überhaupt mit diesen (sogenannten) Dingen . . . zusammenhängen, durch die sie bestimmt werden, u. s. w.; daß es also in allem Ernst wahr seyn könnte, wenn jemand behauptete, man habe nur die Physik der Sinne zu vollenden, und es werde zugleich mit ihr die Physik des ganzen Universums, da es physikalisch für uns ja nur in soweit etwas ist, als es das durch unsere Sinne ist, beschlossen seyn. — Doch hier geht uns von allem, was jene Abhandlung als Resultat geben könnte, zunächst nur das an, was sie über die Dynamik der Muskelcontraction überhaupt lehrt, und von dem Satz ausgedrückt wird, daß jede Muskelcontraction nichts als die äußere Erscheinung eines Vorgangs innerhalb der erregbaren Faser ist, der seinem Princip nach so chemisch ist, als es der in völlig aus anorganischen Körpern zusammengesetzten Ketten Statt habende nur immer seyn kann, und daß der letzte Beziehungspunkt desselben, wie dort,

so auch hier, der Sauerstoff sey. Was aber hier von der Muskelcontraction im Allgemeinen festgesetzt ist, gilt ja wohl auch von jeder durch Galvanismus, und damit zugleich von jeder durch eine in Ketten aus bloß thierischen Theilen erzeugte Action bestimmte Contraction der mit solchen Ketten zusammenhängenden Muskeln. Da nun aber dies der Fall war, dessen Verhältniß zu dem in rein anorganischen Ketten sich vorfindenden wir festsetzen wollten, da sich gezeigt hat, daß beyde wirklich so weit mit einander übereinstimmen, als es das Interesse unserer Untersuchung nur immer erfordern kann, und da endlich diese Uebereinstimmung es war, die allein unsern Untersuchungen noch abging, um die Zahl der Argumente für das durchgängige Identischerweisen der in rein thierischen Ketten begründeten Galvanischen Action mit der in andern gemischten, oder auch rein anorganischen Ketten vorkommenden, vollständig zu machen, so wird nun kein Bewegungsgrund mehr da seyn, der uns abhielte, in diesem Identischerweisen die Identität dessen, was sich erweist, selbst, auf das vollkommenste bestätigt zu sehen.

§. 27.

Selbst — daß wir es nachholen — selbst die Modificationen der Erregbarkeit an in thierischen Ketten eingeschlossenen Organen, die wir oben (§. 24.) als Vorgang von Bedeutung neben die Muskelcontraction stellten, lösen sich, dem Vorigen zu Folge, wie man jetzt leicht einsieht, ebenfalls ins Chemische auf. Diese Modificationen werden bewirkt während der Fortdauer der Action der Kette auf das modificirbare Organ, und die

im Eintrittsmoment der Action erscheinende Contraction, (oder bey geringerer Erregbarkeit, das Streben darnach,) ist nichts, als eine Folge des ersten Eindrucks jener auf das contractile Organ, von welchem ersten alle übrigen nur Eine continuirliche Fortsetzung sind. Ist also die erste Wirkung, die die genannte Action in dem Organ hervorbringt, chemischer Art, wie sie es ist, so werden es auch alle übrigen, da sie aus derselben Quelle entspringen, und die erstere blofs fortzusetzen suchen, seyn müssen, d. i., sie werden eben so chemisch seyn, als die erste, und die beyden möglichen Fälle, Erhöhung und Verminderung der Erregbarkeit des Organs werden sich, da bey diesen Modificationen nach derselben Nothwendigkeit, die vorhin Statt fand, der Sauerstoff immer der innerste Beziehungspunkt bleibt, in nichts anders, als die beyden Gegensätze, die bei selbst chemischen sowohl, wie bey solchen Processen, die es nur ihrer Tendenz nach sind, überhaupt möglich sind, auflösen. — So hätten wir also nicht allein gefunden, was wir suchten, nemlich überhaupt etwas Chemisches in dem, was thierischer Galvanismus in thierischen Theilen veranlafst, sondern sogar, dafs alles, was wir von solchem Veranlafsten fanden, dahin gehört, ganz wie es in rein anorganischen Ketten der Fall ist. Ja wir wüßten nun sogar, dafs, um den Galvanismus in Ketten gemischter Zusammensetzung ebenfalls durchaus identisch zu finden mit dem der beyden genannten andern Orte, uns selbst das letzte, was wir bisher immer noch für etwas Besonderes hielten, die Veränderungen, welche das erregbare Organ, und zwar als solches, in ihnen erleidet, wenn es das anders ehemals wirklich gethan haben sollte, nicht ferner mehr im Wege stehe, da mit der Chemificirung aller Muskelcon-

traction und Erregbarkeitsmodification natürlicher Weise auch dieser, von welcher hier die Rede ist, das nemliche geschehen mußte; — und so hätten wir uns bey einer früheren Untersuchung über die Identität der Galvanischen Action in rein anorganischen Ketten *) nicht so spärlich mit dem Wenigen begnügen dürfen, was wir damals als Beleg der Gegenwart des Chemischen in gemischten Ketten aufzuzeigen wußten. Alles Vorhandene gehörte hieher, aber wir kannten es nicht.

So weit war vorstehende Abhandlung bereits im Sommer 1800 geschrieben und gedruckt, als unvorhergesehene Umstände beydes unterbrachen. Die im September darauf gemachte Bekanntschaft mit Volta's Galvanischer Batterie hob beydes vor der Hand vollends auf. Was war aber auch die Mühsamkeit im Kleinen, mit der ich vor ihr zu verfahren genöthigt war, gegen die großen Versprechungen, die sich mit dieser sogleich ankündigten, und in alles Vorige den Stillstand voll Erwartung bringen mußten, der später so deutlich wurde, und es noch ist. Gern lasse ich daher auch in diesen Beyträgen einen Zeitpunkt für immer angezeichnet, dessen Merkwürdigkeit zu rühmen, wir durch das, was er stiftete, selbst, überhoben sind. — Zudem war aber auch die vorige Abhandlung nur scheinbar noch nicht, was sie damals werden sollte. Ihr Hauptzweck war kein anderer, als der, die Identität der Galvanischen

*) S. Diese Beyträge, a. a. O. S. 269. f. §. 100.

Ketten bloß thierischer Composition mit allen andern gemischter oder rein anorganischer Zusammensetzung, ihren Bedingungen und der durch diese begründeten und somit gegenwärtigen Wirkung nach, evident darzuthun. Sie hat diesen Zweck bis §. 21. aufs Beste erreicht. Von hier an hatte ich bloß §. 23. u. 24. meiner ersten Schrift (Beweis u. s. w. 1798. S. 155 — 159.) noch einmal abzuschreiben, oder, was ich damals wollte, zuerst die Gültigkeit der Schlüsse aus Versuchen mit Theilen eines bestimmten Thieres für alle Theile aller und jeder darzuthun, und darauf bloß in diesen allen und jeden die Bedingungen, mit deren Erfüllung der überall identische Galvanismus so unvermeidlich wirklich gegeben ist, in der unendlichsten Fülle und Mannichfaltigkeit, und damit in eben dem reichen Maasse das mit ihnen Wirkliche, den Galvanismus selbst, nachzuweisen; — wozu ein jeder aber nur hinzusehen brauchte, um jedes weitere Wort entbehrlich zu machen. Man kann dies allenfalls noch jetzt, — und dann würde ich allerdings ersuchen, zu bemerken, wie das, was ich ehemals (a. a. O. S. 158.) aus Mangel einer näheren Charakteristik, Systeme Galvanischer Ketten nannte, die ich als immer wieder von neuem höheren und zuletzt unter ein höchstes, die letzte Galvanische Einheit in jedem einzelnen Organismus, die Mutter und das Kind aller niederen zugleich, untergeordnet darstellte, nichts anderes war, als was seit jenem Zeitpunkt immer bestimmter nur als alte natürliche Ausführung von dem erscheint, was Volta's Kunst erst erfinden mußte: Vereinigung der einzelsten Ketten in beliebigster Zahl zu Einer gemeinschaftlichen, in der die (Wirkungs-) Theile im zusammengesetzten Verhältniß aus Zahl und GröÙe sich gegenseitig,

und damit die Summe steigern, welche letztere, merkwürdig genug, die besondere Eigenschaft hat, es in Hinsicht ihrer Intensität für jeden einzelnen Theil ganz wieder zu seyn, und doch noch überdies eine Theilung ihrer Extensitätssphäre bis ins Unendliche zu erlauben, ohne daß dabey je einer dieser (mechanischen Summen-Theile eine geringere Intensität bekäme, als das Ganze; eine Eigenschaft übrigens, die jeder dynamischen Summe (Ganzem der Intensität), die zugleich mechanische (Ganzes der Extensität) ist, zukommt, da man, wo man äußerlich (räumlich) theilen möchte, immer nur dasselbe innere Ganze ins Unendliche hin wieder findet. Man bekommt so nach und nach die Ahnung, mit welchen ganz andern Größen in jedem Organismus umgegangen werden möge, als alle ältere Betrachtung der einzelnen Kette, die nicht über sie hinaus wollte, in ihn zu bringen im Stande war. Mit dem Beweis der wirklichen Gegenwart des Galvanismus im lebenden Körper ist eine Wirkungsmaße von einer Größe entdeckt, die die Frage nach dem, was sie wirke, oder nach den äußeren Erscheinungen ihrer selbst, in einem Grade dringend macht, daß man nur umsonst sie zu unterdrücken versuchen mag. Man sieht das rastlose Gewühl von Wirkungserscheinung, was wirklich da ist; ihre Größe ist nicht zu groß, und, die aus jenem Grunde nothwendig wurde, nicht zu klein, als daß man nicht gleich auf den ersten Augenblick versucht seyn sollte, sie ohne Weiteres für dasselbe zu halten. Es wird dahin kommen diese Identität in die schärfste Nothwendigkeit zu verwandeln, und es mag gut seyn, denn der eifrigste experimentirende Physiolog hätte wohl zu thun, sie Stück vor Stück zuletzt doch im Ganzen ins Klare zu setzen, wiewohl wir ihm zu solcher Arbeit im-

mer noch mehr zu- als abrathen. Aber abgesehen auch von allem: — soviel bleibt, daß es keinen kleinsten Punkt, am Ganzen organischen wie am Theil, gebe, wo das, dessen Nothwendigkeit zum Ueberflufs klar ist, nicht wirklich wäre — was auch etwa, (daß wir dies etlichen aus Höflichkeit frey geben), noch neben ihm da wäre. Das ganze Galvanische Automat steht jeden Augenblick da, und ohne Bedenken darf ich noch heute wiederholen, was ich am a. O. §. 25. hinzusetzte; wenn ich gleich bitten möchte, es in derselben höhern Potenz der Correction zu nehmen, die der §. 24. durch die Zeit erhalten hat. Schon ist meine schönste Hoffnung, die ich dort (S. 163. Z. 2. u. f.) im innigsten Glauben äußerte, und die ich auch späterhin (s. Gilbert's Annalen der Physik B. VII. S. 445. 446.) in neues Gedächtniß zu bringen nicht unterlassen konnte, auf eine Weise in Erfüllung gegangen, die das Unendlichste noch verspricht. Man hebt die größten verstocktesten Unordnungen im Organismus; Taube hören, Blinde sehen, Lahme gehen, Stumme sprechen, Geruch, Geschmack wird hergestellt — durch Galvanismus; Redensarten, die sonst das Unmögliche travestirten, sprechen jetzt die reinste Wahrheit aus. Aber nur auf ihr Gleiches geht jede Wirkung; ein Gegensatz ist bloßes Instrument der Kraft. Sie selbst ist die ewige Einung desselben; nur sich entsprechende begründen sie. Was gegenseitig sich einnimmt, kam aus gleicher Quelle, und das Sich-einnehmen, die Kraft selbst, ist die bloße Rückkehr zu ihr, nur an anderem Ort, um mit ihrer Endschaft im Augenblick der erreichten Einheit, am dritten die Basis einer neuen gleichen Aeufserung zu bilden. Jede Kraft ist daher für immer auf ihre Sphäre beschränkt, und was durch ein

Anderes geändert wird, gehört mit ihm zusammen, und behauptet jene. Nur der gleichen kann auch die Wirkung im Galvanismus mit Erfolg begegnen. Aber es geschieht mit so großem Erfolg. Beyde Theile also bilden ein Gleiches, und was sie gegenseitig vornehmen, wird zum bloßen practischen Ausdruck der Anerkennung desselben. Diese zu leiten, so daß der Antheil des lebenden Körpers daran mit seinen Folgen für ihn, gerade der ist, der eine Unordnung in ihm, in Hinsicht auf die Ordnung, die die jenem Körper angemessene *κατ'εξοχήν* ist, ist — freylich im allgemeinsten Ausdruck — das Geschäft des Arztes in der Anwendung des Galvanismus und der Befolgung seiner Anweisungen; eine Anwendung, die er in seinen glücklichsten Kuren mit jedem seiner Mittel längst schon ohne es zu wissen einging, in der neuesten Zeit aber, wo er, z. B. an Volta's Apparat, von seinem Mittel nur die bloße Wirkung, und diese sich von jenem gleichsam scheiden sieht, auf's deutlichste einzusehen genöthigt ist, und ihn veranlaßt, das Gleiche auch von dem ersten Fall zu vermuthen, oder beyde in einer Ansicht zu vereinigen. Wie dort dem Zufall, ist er ihm auch hier noch, und fast allein, überlassen gewesen; hat aber dieser, hier wie dort, bey allen möglichen Gelegenheitsdarbietungen zum Schädlichsten, dennoch so oft schon das Beste nicht zurückhalten können, was muß erst geschehen, wenn er, entfernter von bloßen Proben aufs Gerathewohl, aus Gründen handeln und Versuche anstellen wird, die ihr Gelingen so unmittelbar mit sich führen, als etwa der, daß, nachdem sich fand, daß der eine Pol einer Galvanischen Kette im Auge blaues Licht erzeugte, der andere rothes erzeugen müsse (s. St. 4.), und es wirklich erzeugte.

Möchte man anfangen, sich nach diesen Gründen umzusehen, um sich dem Ideal wenigstens ins Unendliche zu nähern, wenn man es auch nie erreichte, dem: daß jede Unordnung, jede Krankheit eines Organismus, die Möglichkeit ihrer Zurückbringung zur Ordnung, in sich führe, indem jede nur hinein kam, nur eine falsche Richtung desselben war, die nicht in ihm selbst lag, und — daß die Natur eine Kunst begründet habe, die reine gerade Linie von der Erzeugung bis zum Tode, die allein heilig ist, und auf jeder Stufe Gesundheit heißt bis in den Tod, den sie selbst herbeyführt und der keine Krankheit mehr ist, rein zu erhalten bis in den Tod. —

— Was die §§. 22. — 27. betrifft, so hätten sie, so wie sie da stehen, füglich wegbleiben können. Nach allen den Beweisen der Identität der Wirkung in den Ketten aller Art in den vorigen §§. verstand sich das, was in diesen gemeint war, von selbst. Unrecht war es daher zwar keinesweges, dasselbe zu fordern; nur ob die Art, wie das Geforderte nachgewiesen wurde, die vollkommene war, ist eine Frage. Selbst darüber ist kein Zweifel, daß es, wenn es irgend wo liegen sollte, und das mußte es, sicher nirgends anders anzutreffen war, als in den beyden großen durch Galvanismus bestimmten Vorgängen in erregbaren Organen: Contraction der Muskeln und Modification der Erregbarkeit. Doch hatte die Art, wie in diesen Beyträgen B. I. St. 2. das Verhältniß Galvanischer Action zu dem, was weit von ihr durch sie in den Muskeln erregt werden konnte, auseinander gesetzt war, auf jeden Fall nur für die letztere, die Modification der Erregbarkeit und zwar der Nerven, das Recht gegeben, sie mit der Action der Kette selbst in unmittelbare Verbindung zu setzen. Man vergleiche

§. 6. — 35. daselbst. Nur jene Erregbarkeitsmodification fiel mit der Sphäre der vorhandenen Galvanischen Kette selbst zusammen, und sie allein war so local, als der Theil dieser Sphäre, der den Nerven selbst traf. Alle Muskelcontraction im Gegentheil hing mit der Action dieser Sphäre durch ein Band zusammen, was, wie sich dort entwickelte, die sonderbarste, merkwürdigste Individualität von der Welt zeigte, und verschieden von ihm in jeder Rücksicht erschien. Man erinnert sich ja noch des unbekannten Etwas, welches entfernt von auch nur Einer positiven Eigenschaft (ein verdächtiger Umstand), keine andere Bezeichnung, als eine, die alles Weitere durchaus dahin gestellt seyn liefs, vertrug. Wir nannten es N. (Vergl. d. a. O. §. 31. S. 165.) Demohngeachtet ist in obigen §§. dieses dritten Stücks d. Beytr., wo früher von §. 13. S. 122. an, dieses N selbst so oft erwähnt und darauf bezogen wurde, und damit alles, wozu wir uns damit verbunden hatten, auch in dem Folgenden hätte gegenwärtig bleiben sollen, — demohngeachtet, sage ich, ist sehr bald darauf dies so ganz aus der Acht gelassen, und in §. 24. ein Zusammenhang zugelassen, ja in §. 25. u. 26. fast ausschliesslich cultivirt, zu welchem die Berechtigung nirgends mit einem Worte auseinander gesetzt war; — (ein Fehler, der auf m. Seite blofs darin liegen kann, daß §. 1 — 21. ein halbes Jahr früher, als §. 22 — 27., geschrieben wurden.) — Und allem diesem ohngeachtet ist es dennoch wahr, daß genannter Zusammenhang zwischen der Action der construirten Kette und dem Act der Contraction des Muskels in der That so ganz bestimmt und sicher Statt hat, als er dort stillschweigends vorausgesetzt wurde. Und wo

sollte der Grund hiervon anders liegen, als in der Aufdeckung des wahren Mechanismus, durch den sich jede an einen erregbaren Nerven gebrachte Kette mit den zu diesem Nerven gehörigen Muskeln in active Verbindung setzt: — in einer Enträthselung des unbekannten N, was sich in solche Schleyer verhüllt zu haben schien, daß über ihnen das Verschleyerte selbst fast aufhörte zu seyn. Mit einem Wort: Jenes N, als Besonderes, existirt gar nicht; was wir mit ihm bezeichnet hatten, ist nichts als jener so lang geheim gebliebene Mechanismus mit seinen Anstalten, die ganze Sphäre desselben, selbst. Es wird in der That überraschen müssen, (— ich spreche zu denen, die mir wirklich in m. ehemaligen Untersuchungen im 2. Stück d. Beytr. ganz und bis an die Grenzen, bey denen ich stehen blieb, zu folgen die Güte gehabt haben —), wie in allem, was dort davon gesprochen, vermuthet, geahnet wurde, die wahre Sache selbst, um die sich alles bewegt, so unwiderstehlich genöthigt war, sich überall schon mit auszusprechen, und das ganze Eingreifen jener Untersuchungen nur ein Beyspiel der eklatantesten Art wird, wie jeder Misverstand consequent durchgeführt, zuletzt sich selbst widerlegt. Als einzige und ausschließliche Bedingung der Gegenwart oder Geschäftigkeitsmöglichkeit jenes N drang sich uns überall die ungestörte organische Structur des Nerven in beständiger Continuität bis in den Muskel hinein, selbst, auf. (Vergl. d. a. O. §. 31.) Sie ist und bleibt dies, aber was ist durch sie bedingt? — Nichts anderes, als Galvanische Action von derselben Art, von derselben Identität mit der, die innerhalb der Sphäre der construirten Kette zugegen ist. Der ganze Nerv mit seinem Muskel

ist schon an sich nichts, als ein abgesonderter Theil aus dem ganzen Galvanischen System des Thiers, das nur die aus den inneren Factoren des Systems selbst folgende organisirte Darstellung dieses ist — mit dem Grad von Schließung oder Einheit in Bezug auf das Ganze, die ihm nach der Abtrennung von letzterem übrig blieb. Gleich nach dieser ist in Bezug auf den Theil, von Grad nicht mehr die Rede; — er selbst ist ein geschlossenes Ganzes untergeordneter Art, und seine Structur die des Apparates selbst, wodurch er es ist. Das ganze Organ ist Eine Kette, Ein Kreis der wunderbarsten Verschlingungen, und jeder Punkt an ihm, wie ihn das grobe Werkzeug des Experimentators irgend treffen kann, Ganzes (Kette) und Glied zugleich. Ohne äußern Zusatz geht dieses Ganze seinen inneren Gang ruhig fort, im Augenblick eines solchen aber, namentlich einer Galvanischen Kette, wo dies Organ irgendwo als Glied hingenommen wird, ist der ganze innere Vorgang sogleich umgestimmt. Es ist nicht mehr ein einzelnes Glied, was in die construirte Kette gezogen wird, sondern ein Ganzes eigenes wirkendes System von Gliedern, die es in diesem schon nicht mehr, sondern Theile des Ganzen sind; die Action der Kette als solcher greift ein in dieses System. Der Eingriff pflanzt sich durch das ganze System fort, zu dem ja auch die Muskeln am Nerven, und ganz vorzüglich gehören, und die Contraction des Muskels, oder was sonst mit ihm vorgeht, ist nur der Ausdruck der durch jene Kette hervorgerufenen Actionsänderung im eigenen System, die jeden Theil, also auch ihn betrifft, und nach seiner Weise sich an jedem, und so auch an ihm äußern muß. Auch ist die Contraction nur der Eintrittsausdruck

dieser Actionsänderung; die geänderte Action dauert so lange fort, als die Ursache der Aenderung noch vorhanden ist, nur dafs sie, wenn sonst in ihrem Moment keine absatzweisen neuen Aenderungen vorgehen, sich während dieses gleichen Verharrens eben so ruhig durchsetzt, wie vorher. Erst bey der Aufhebung der äufsern Ursache kann wieder etwas Plötzliches entstehen. — Dafs während dem Vorhandenseyn der gezwungenen Stimmung des Organs kein äufseres Mittel von denen, die sonst die Gegenwart Galvanischer Wirkung in wirksamen gewöhnlichen Ketten anzeigen, irgend einen Grad von vorhandener Wirkung im Organ verräth, ist höchst natürlich. Ein solches Mittel, was bey jenen die erspriesslichste Wirkung leistet, ist vor allem der Bogen a' oder b' in Tab. III. Fig. 115. in St. 2. d. Beytr., oder a' oder b' in Fig. 116., oder r, s, t , in Fig. 117. daselbst, und alles, was aus jenen Untersuchungen und aus §. 19. m. Beweises, dafs ein beständiger Galvanismus u. s. w. S. 104 — 118. als Synonym desselben bekannt ist. (Ich mufs der Kürze wegen bitten, es sich ganz zu vergegenwärtigen.) In Tab. I. Fig. 1. d. Beytr. wird ein solcher Bogen nur zwischen α und β , oder so, dafs irgend ein Stück der Nervenlänge zwischen α und β in die Sphäre kommt, die er umfaßt, (— wenn a und b z. B. Zink und Silber, und die Kette geschlossen ist —) Galvanische Action angeben; über β hinaus, zwischen ihm und m , zeigt er durchaus nichts. Aber wie kann er es! Ist das Organ durch und durch ein continuirliches geschlossenes System an sich, und eben dies so noch beym Seyn eines Theils desselben in einer neuen Kette, so läfst sich sein innerlich noch so verwirrter Organismus als Galvanischer für die Vorstellung zurück-

bringen auf das Bild eines Dreyecks, dessen drey Seiten allesammt, so zersplittert sie sich auch im Organ selbst durchsetzen mögen, in der Wirklichkeit in Ein und das nemliche Massen - Individuum zusammengebracht sind. Nerv wie Muskel oder das Eine, was sie mit einander bilden, stellt überall das gemeinschaftliche Aggregat aller Dreyer dar, und man ist nicht im Stande zu sagen: hier ist diese oder jene Seite; immer hat man mehr oder minder alle drey zugleich. Aber man denke sich jetzt eine gewöhnliche Galvanische Kette, wie wir sie zusammensetzen, auf ein Gleiches zurückgebracht; man denke sich die drey Seiten derselben, die wir so weit aus einander sperren und jede immer einzeln nehmen können, ebenfalls mit möglichster Verzweigung in Einem Individuum für die Erscheinung zusammengedrängt, und versuche mit diesem Einen. Es scheint ein Todtes, keine Berührung weckt ein Zeichen des Lebens — sie brächte denn aus eigener Differenz in der Composition ihres Instruments den Grund einer neuen von ihr ausgehenden Wirkung mit sich — was jener „Bogen“ nicht thut — und wodurch auch der ganze Fall gar nicht mehr der wäre, von dem wir sprechen. Jede reine Kette *A a* Fig. 165. (Tab. IV. dies. St.) bleibt ohne Erfolg, und was ist das natürliche Organ, oder das künstliche, was wir uns dachten, als *A* oder *a* dieser Kette! Nur an der einzelnen Seite des Dreyecks hat jener Bogen Sinn, und im ganzen Feld, was ein erregbares Organ mit der an dasselbe gebrachten Kette einnimmt, ist diese Seite nur da zu treffen, wo die Kette, welche ihre Seiten gesondert läßt, Statt hat. —

Es ist unendlich, wie viel sich noch über dies alles sagen liefse, wenn man z. B. ferner in Betrachtung

nähme, daß, wie aus den ältern Untersuchungen längst bekannt ist, nur die eine Seite solcher Dreyecke überhaupt im Stande ist, allein ohne die andere dem erwähnten Bogen wirksam zu entsprechen, daß jede der beyden andern allein es nicht vermöge, und in Verbindung mehrerer, einem solchen Bogen jederzeit nur in dem Grad reagirt wird, als mehr oder weniger von der ersten Seite in seine Sphäre gefaßt wird; und wie dies die Wirksamkeit des Bogens in den oben angeführten Fällen an Nerven und Muskeln aufserhalb der am ersten angebrachten Kette, zu einem neuen Grade der Unmöglichkeit erhebt. Ferner, wie aus allem, was da war, die Nothwendigkeit der Localität der Erregbarkeitsmodificationen von der Art, wie sie im Beweis u. s. w. §. 20. (S. 119. — 133.) entdeckt sind, sich so ganz ergibt, und die Natur dieser Modificationen selbst sich näher und fruchtbarer bestimmt, als man sie zeither noch erkannt hat; wie es das letztere ebenfalls ist mit denen von jenen unterschiedenen, die aufserhalb der Kette befindlichen Nerven und Muskeln wiederfahren, und deren ich schon im Beweis u. s. w. S. 130. 131. gedacht habe; wie Ketten in dergleichen Systeme eingreifen, nachdem sie so oder umgekehrt angelegt werden; wie überhaupt der oft erwähnte „Bogen“ wirke, und wie die ganze Summe dessen, was in §. 48. der Beytr. St. 2. nach Abzug dessen, was für Ableitung gewöhnlicher Art ausgegeben werden konnte, als ein Räthsel übrig blieb, und durch die nachfolgenden Beobachtungen in §. 49 — 58. daselbst noch so sehr vermehrt wurde, es aufhört zu seyn; wie die ganze Linie, die ein Organ vom Augenblick seiner Abtrennung vom Ganzen, bis in den absoluten Nachlaß aller Erregbarkeit, so nothwendig

als deutlich zugleich wird, und wie erst die gänzliche Auflösung oder Zerstörung der organischen Structur die Grenze sey, an der alle Erregbarkeit eines Organs als Theil eines Organismus verlöscht; u. s. w. u. s. w. Nur einen Punkt will ich noch vor den andern herausheben, weil er die Sache, von der wir sprechen, so unmittelbar betrifft, nemlich die Nothwendigkeit, daß jede Aenderung der Organischen Structur eines Nerven, den Grund des causaln Zusammenhangs zwischen des in einer äußern Galvanischen Kette begriffenen Nervenstücks, mit seinen nach Belieben weit von ihm entfernten, durch die Afficirung jener zu contrahirenden Muskeln, wie wir diesen Zusammenhang vorhin aufgewiesen haben, ebenfalls ändere, und eine völlig bleibende Zerstörung desselben, bey aller Continuität des Nerven als Masse, die übrig bleiben mag, diesen Zusammenhang eben so gänzlich und für immer unmöglich machen müsse. Die eigentliche Structur des Nerven ist weiter nichts, als eben die Anstalt, unter der jene Galvanische Einheit des Systems durch alle Punkte des Organs erhalten wird. Dadurch, daß sie unterbrochen wird, wird in dem nemlichen Grade auch dies Band, was beyde Parthien des Organs zur Rechten und Linken der Unterbrechungsstelle zur Einheit vereint, und jede zum Theilnehmer der andern macht, zerbrochen, und die völlige Unterbrechung jener scheidet diese ganz von einander. Das System, was der Nerv mit dem Muskel ausdrückt, hat für ersteren nur gemeinschaftliche Realität, insofern er noch mit letzteren ungestört organisch zusammen ist, da letzterer (mit seinen weitem Theilen) eben so gut Theil derselben ist, wie ersterer, und beyde nur mit einander sie bilden. Trenne ich ein Stück des Nerven

links, vom Ganzen durch Beschränkung oder Zerstörung der Structur ab, (z. B. β α in Fig. 13. Tab. I. vom übrigen), so bildet das Stück links, und das verkürzte Organ rechts, jedes seine Einheit für sich; die Actionsänderung, die die Kette in der ersten veranlaßt, — wenn überhaupt dieses Stück noch eine solche Einheit nach der Ablösung vom Organ zurückbehielte, und nicht vielmehr mit letzterer ihren eigentlichsten Schlufsstein, (die organische Vereinigung des Nerven und des Muskels), verlöre, und sich auflöste — ist nicht mehr eine und dieselbe mit einer Aenderung der im zweyten, (dem Organ), die nun überhaupt ruhig bleibt; das Medium der Gemeinschaftlichkeit ist hinweg, und keine Wirkung kann vom einen in den andern mehr übertragen werden, denn jede Communication setzt Identität des Mediums voraus. — Selbst der Fall, wo bloßer Druck eines Nerven oder ein schwacher Unterband desselben die Communication nur auf eine Zeit unterbricht, (was aber allemal nur eine partielle Unterbrechung wird), und mit der Aufhebung des Drucks oder der Lösung des Unterbandes dieselbe (ganz oder doch größtentheils) wieder hergestellt ist, wird aus unserer Ansicht deutlich, und gereicht ihr nur zum höheren Beweis ihrer inneren Gültigkeit. Hier war die bloße Verschiebung der Structurtheile, die Bringung aus ihrer rechten, zur Möglichkeit der Erfüllung des Zwecks der Structur nöthigen und darauf berechneten räumlichen Verhältnisse zu einander, schon hinlänglich, die Einheit, die Zeit des Genirtseyns der Structur über, so weit zu schwächen, daß schwache Actionsveränderungen in dem Theil linker Hand nicht mit der gehörigen Freyheit in die ursprüngliche Action in dem Theil rechter Hand übergehen konnten, oder

nach dem, was wir vorhin andeuteten, vielmehr der Theil links selbst, durch die partielle Ausschließung von dem rechts, so weit in seiner vorhin mit der in diesem gleich intensiven Galvanischen Geschlossenheit zurückgesetzt wurde, daß das, was sich in diesem begab, bis auf einen gewissen Grad zu unbedeutend wurde, um der, dem noch auf der vorigen Intensität stehenden rechts, dargebotenen Mittheilung dieses Wenigen, einen deutlichen sichtbaren Ausdruck zu erlauben. Nach der Aufhebung des Drucks oder des schwachen Unterbandes stellt sich dann aus eigener Elasticität, so weit sie unzerstört geblieben ist, das alte räumliche Verhältniß, und mit ihm die ganze Einigung beyder Theile, wieder her. — Wie nahe dieser ganzen Auseinandersetzung eine vollkommene Verständigung über die Wirkungsweise der sogenannten mechanischen Reize, die von jeher den Physiologen so sehr im Wege lagen, ja wie diese Verständigung mit dem Vorigen schon gegeben sey, und jene Reizungsarten zu bloßen Actionsänderungsbestimmungen des innern eignen Galvanismus eines Organs durch nichts als bloße von außen veranlafte Ortsveränderungen der Bestimmungsgründe desselben, die in die Structur des Organs selbst fallen, zu einander, oder im höchsten Fall durch theilweise Destructionen desselben, die der Umgebung das ähnliche, was ich zuerst angab, zuziehen, werden, — davon, wie von noch so vielem, zu anderer Zeit. — — Doch eins würde ich unrechter Weise hier noch übergehen. Man wird nach dem, was über Wirksamkeit und Unwirksamkeit eines als Reagens gebrauchten „Bogens“ oben gesagt ist, fragen können, wie Ketten aus bloß thierischen Theilen der Art, wie sie in der Abhandlung

selbst z. B. §. 6. u. f. vorkommen, dennoch eine Wirksamkeit desselben erlauben können, da doch jeder mehr oder minder, als ein Geschlossenes der Art, wie wir eben beschrieben haben, zu betrachten ist, und in jedem ziemlich die Bedingung wiederkehrt, die vorhin die Ursache der Unwirksamkeit des Bogens, bey noch so inniger Gegenwart Galvanischer Action in Einem Massen-Individuum war. Die Schwierigkeit hebt sich, oder es war vielmehr gar keine vorhanden — denn: wie die neue Kette und ihr Product in den befragten Fällen auch zu Stande kommen möge, so bleiben doch die Seiten dieser Kette abermals eben so getrennt und einzeln untersuchbar, als die irgend einer andern durch drey Individuen gebildeten. Dem einzelnen Glied möge, insofern es inner sich selbst wieder mehr oder minder eigenes System ist, begegnen, was da wolle: in der ganzen Kette nimmt es seinen Platz in Bezug auf diese doch wieder nur als Glied ein, und trägt seinen Antheil zur Wirkung nur durch diese Erlaubniß des Eingriffs und damit der Bildung Einer Seite herbey. Jedem geht es so in Bezug auf die anderen, deren jedes es eben so erlaubt und bildet. Inner ihm geht nachher diese Seite wieder das Ganze, was sein eigen ist, an, welches aber nur dies angeht, und mit der Möglichkeit einer bestimmten Seitenzulassung für die äußere Kette nichts zu thun hat. Ein angebrachter Bogen giebt diese Seite, wo er die rechte trifft, an, und die Versuche in §. 6. u. f. sind solche, die dies bestätigen.

Es wird von Nutzen seyn, sich diesen Fall, wo geschlossene Ganze wieder Glieder bilden in Ketten, die solche Ganzen enthalten oder aus drey gehörigen derselben ganz bestehen, recht zu vergegenwärtigen. Es

kann die Zeit kommen, wo man mit dergleichen Uebungen eine gute Vorbereitung gemacht zu haben, finden möchte. In einem thierischen Organ hat man zur Noth Gelegenheit, die Glieder solcher Systeme für den Sinn getrennt (individualisirt) wiederzufinden, oder wenigstens in das Gewühl von Individualität, was da ist, das was man forderte, hineinzulegen; auch ist kein Zweifel, daß man damit Recht habe. Aber es kommt der Ort, wo die Natur dergleichen nicht nöthig gehabt haben muß. Ich möchte wünschen, daß der Leser hierzu den 108ten §. des 2. St. d. Beytr. einmal nachläse, um zu sehen, was dort ohngefähr mit „innerem Galvanismus“ im Gegensatz des „äußeren“, der bisher beschäftigte, gemeint seyn könne. Die Würde, in die er sich dort setzen wollte, wird ihm nicht aufsen bleiben; dafür sorgt er schon selbst. Es wird sich früh genug zeigen, daß z. B. schon in der einfachen gewöhnlichen Kette jedes Glied ein Ketten-Ganzes, ein System für sich selbst wieder ist, und das Gesetz für die gegenseitigen Differenzverhältnisse dieser drey Systeme, damit sie zusammen ein viertes, die beabsichtigte Kette, bilden, kein anderes, als das alte Gesetz der Bedingungen Galvanischer Wirksamkeit überhaupt ist; eine Behauptung, die nichts anders zu ihrer Rechtfertigung erfordern wird, als eben die genaue Bestimmung dieses Gesetzes selbst, wie sie aus seinen Ausübungen sich Wort für Wort ergibt, bisher aber an auch noch nicht einem Orte von jemand wiedergegeben ist. Die Veränderung, die jedem einzelnen Gliede der Kette als Begründer derselben wiederfährt, ist nichts als der Ausdruck der Folgen seines Eingehens in das neue System für sein eigenes. — Und wie das neue aus drey ältern

entstand, so löst selbst wieder in jedem ältern jedes einzelne Glied des Systems sich auf in ein eignes System, deren nöthige Zahl und Verhältniß erst die systematische Einheit construirt, die das einzelne Glied der Kette, die wir construiren, bildet. Und es fehlt noch ganz an dem Gesetz für die Grenze, wo diese Art Zurückgang ins Unbestimmte, aufzuhören hätte, und für die — Geographie — der Sphärentiefe, in die er hinabführt; so wie, wenn es anginge, noch weit mehr, (und unverzeihlicher), an dem für die Grenze, bey der unsere künstliche, (desgleichen jede), Construction höherer Systeme, still zu stehen hätte. Man kann merken, welche neue unendliche Welt hiermit sich aufthut. Man dachte nicht daran, daß man in jedem geringsten Experiment ein Universum in Bewegung setzt. Man zweifelt an ihm? — Was ist denn aber alle Mannichfaltigkeit, alle Gliederung und Individualisirung auf Erden anders, als das ewige Aufsteigen jener Unterwelt zum Licht, die dauernde Erweckung und Geburt ihrer im innersten Schoofs ihres letzten Seyns in stiller Empfängniß schlummernden unendlichen Kinder? — Was die ganze Scale der Organisation vom untersten Einen, dem härtesten und unbezwinglichsten, gleichsam der Erde im unbeschränktesten Egoismus selbst, bis herauf zu der unendlichsten Mannichfaltigkeit im höchsten Organismus, die in Theilnahme verloren, in ewigem Streben nach gegenseitiger Aufopferung aller Individualität, allein noch ihres Ursprungs Zeuge bleibt — was anders, als die Scale der Scheidungen jener unendlichen System-einheiten *actu*, die, nach immer zusammenfassenderen Erscheinungseinheiten endlich in einem letzten Einigen, alle Begreifenden, in Hinsicht ihres einzelnen

Auftretens, nur *potentia* da sind? — Die vollständigste Geschichte der Alterthümer, durch sie selbst beschrieben. — Aehnliche Ueberzeugungen sollten jeden Experimentator heiligen, die Allgegenwart des Gottes, den er um Freude bittet, nicht zu beleidigen. Er schafft sich seine Strafe selbst. Wie der Schiffer in der Nacht auf unbekannter See aus Länge und Breite seinen Ort dennoch findet, so geht auch jenes sein Gesuch nur darauf, seine zu finden. Aber er vergißt, wie dieser, die Gestirne zu fragen, und der Ungewißheit Langeweile macht es ihm noch unmöglicher.

Das Vorige giebt zugleich die Grenze, über deren Mangel wir klagten, in irgend einem Ausdruck ganz bestimmt. Aber ich kann sie hier der Folge nicht wegnehmen, und verspare sie. Nur die allgemeine Tendenz des Galvanismus, den wir veranstalten, will ich mit einigen Worten erwähnen; sie liegt ebenfalls darinn. Sie ist Rückkehr in dieselbe Einheit, von der die Glieder selbst einst ausgingen, mit dem Grade von Möglichkeit, den die Stufe, auf der die Glieder in jener Scale sich befinden, erlaubt. Die letzte, die allen zum Grunde lag, und die nur Eine ist, ist auch bey dieser Rückkehr nur Eine, eine Rückkehr, die die Natur durch alle Organismen hindurch versucht, und die ihr auch gelingt, doch so, daß mit derselben, (wo es auch sey), sogleich wieder entsprechendes neues heraustreten, und damit neue Rückkehr gegeben ist. Dasselbe, was auf den untersten Stufen in einander übertritt, tritt auch durch alle oberen über, und die Fülle, die Energie, mit der es auf den erstern geschieht, ist nur Folge der Kürze,

deren sich die Kraft bey ihrem Zusammensturz bedienen kann, die auf den letztern immer umständlicher und gezögerter wird. Die schlechteste Kette hat mit den höchsten Organismen dasselbe innere Princip gemein, und sie erfreut sich ihres Lebens so gut, wie dieser. In allem, was zusammengebracht werden kann, begegnet nur das Leben dem Leben, und das Zusammenbringen selbst wird zum Spiel desselben mit sich selbst, in dem zuletzt aus eigener Fülle es seiner Dauer Ewigkeit giebt. In dieses Zusammenbringen, wie die Natur selbst, — durch das scheinbar diesem Entzogene, d. i. eben durch immer weiter getriebenes Individualisiren der Grundmasse, doch so, daß das Aggregat der Resultate in größeren Ganzen beysammen bleibt — es bis dahin veranstalet, wo diese Ganzen in ein weiteres Verhältniß nach außen treten, kommt nach und nach noch eine neue Bedeutung, die, was oben von Umständlichkeit und Verzögerung der Kraftäußerung auf höheren Stufen einstweilen gesagt wurde, nur auf einzelne von uns aus dem System herausgenommene und in unsere kleinen Experimente hineingezogene Theile beschränkt, für die Ganzen als Totalmoment aber etwas weit anderes, ja Entgegengesetztes giebt, was aus nichts anderem entspringt, als eben daraus, daß mit der größeren Individualisirung der Masse ihre der Zahl nach damit immer zunehmenden Theile sich gegenseitig zu Folge dieses Aufser- und Nebeneinanders in allem, was die einzelnen, Paar für Paar, oder sonst nach einer schichtenden Ordnung betrifft, oder was sie eingehen, unterstützen, genau auf dieselbe Art, wie die einzelnen Schichtungen in Volta's Batterie, dieser herrlichen Allegorie hierauf. Auf diese Weise bildet sich ein Summenmo-

ment von Action, was nicht allein sich mit dem in der einzelnen Metallkette z. B. messen darf, sondern so sicher es noch weit übertreffen kann, indem schon an und für sich, figürlich zu sprechen, die gediehenste Trennung Zweyer vorher Eines ausmachenden Systeme von einander auf der niedersten Stufe, wie z. B. bey den Metallen, immer höchstens nur die Hälfte der Differenz ausmachen kann, zu der die entferntesten untergeordneten Systeme oder Glieder der obern, selbst wenn man die weitere Zerspaltung derselben ins unendliche fortgesetzt denkt, bey dieser Verzweigung kommen können, — zwischen die aber ferner eine eben so unendliche Menge Mittelglieder fallen, die dann in naturge rechter Ordnung sich unter sich weiter nach dem Princip der Voltaischen Säule oder Batterie schichten und unterstützen und zusammen auf diese Weise endlich ein noch weit höheres Totalmoment geben, dessen Maximum zuletzt durch nichts, als die jedesmalige Capacität des Ganzen dafür, (Erschöpfung des Products aus Structur und Leitung), bestimmt ist. Ein Ideal, was zwar nur durch die gesammte Organisation auf Erden, von ihrem innersten Ausgang aus, total realisirt wird, für jede einzelne eben darum aber so gut wieder gegenwärtig ist, als in der Kette einer geschlossenen Galvanischen Batterie Volta's in jedem Glied oder jedem Punkt an ihm, dem einzelnen von den unzähligen möglichen, mit dem nemlichen Moment gewirkt wird, als in der ganzen Kette, die nur die Extensität der Intensität dieses Moments bedeutet, — nur daß auch diese einzelnen Organisationen erst im Augenblick der Geschlechtsaufhebung auf jeder Stufe ihren jedesmaligen ganzen Werth geltend machen oder ganz sind,

und die einzelnen Geschlechtsindividuen in dieser Hinsicht nur als ein Behelf erscheinen, das Getrennteste durch Entfernung von einander bis zum herrlichen Augenblick für einander versteckt zu halten, und die Einigung immer höher vorzubereiten und ihre Nothwendigkeit schöner zu machen. In dieser Vereinigung erst tritt der Galvanismus der Erde ganz hervor, und die möglichste Identität des Lebendigen in der Identität des Lebens selbst ist ganz zugegen. Das Leben, nun kein individuelles mehr, schwebt unmittelbar über allen Tiefen senkrecht unter ihm; von oben nach unten, wie nach rechts und links ist Eine Einheit des Lebens und der Liebe; die Unterwelt (vergl. oben), nicht grau und finster und unverstanden, (was alles eins ist), mehr wie vor, hat sich aufgethan, und die unendliche Klarheit ihres eigenen innersten Seyns begeht in der Vermählung ihrer liebenden Kinder ihr eigenes Fest. Aber dieses der Erde innigstes Seyn wird selbst nur; Werden, ewiges Wiederwerden ist ihr Seyn, und sie dies selbst; ja dieses sogar ist immerhin nur jenes Werden - und - Wiederwerden in seiner bleibenden Identität. Ganz Eins mit ihm also ist auch die Aufhebung von Individualität in obigem Vereinigungsact einzelner Glieder (oder der Grad desselben) nur der eine — negative — Theil des Apparats zur ewigen Reconstruction des Erdseyns selbst, von dem das neuempfangene gemeinschaftliche Seyn ja nicht mehr verschieden ist, — und der andere — positive — die Einsetzung neuer Individualität, die der aufgehobenen an Werth entspricht. Hier an dieser Stelle ist das Geheimniß alles Zeugens und Empfangenwerdens zu suchen, und wir haben es schon ausgesprochen.

Beydes ist, allgemein genommen, nichts, als der nemliche Act, in und mit welchem sich das Erdseyn selbst behauptet, und ein bestimmter einzelner Fall nichts als das äufsere Phänomen dieses Einen durchgehenden Behauptungsactes unter der bestimmten Gestalt, die ihm mit dem bestimmten Fall, durch den — geographischen — Ort, den er einnimmt, gegeben ist. So ist es überall: und dies Wort ist schon überflüssig, aber das vielleicht nicht, dafs der Galvanismus, den wir veranlassen, die Action in der Galvanischen Kette, — wie sie Galvani, mit lange noch nicht genug geschätztem Scharfsinn, so naiv er auch bleiben mochte, aus einer Masse von Zufälligkeiten heraushob und aufstellte, und Volta immer mehr von dem, was ihr noch anhing, reinigte, bis wir ihr einst nichts als das eigentlich Wesentliche übrig lassen werden, — selbst nichts anderes ist, als der vollständige Act jener Reconstruction des Erdseyns selbst in der reinsten Auffassung der Bedingungen seines Sich-Setzens, für die Stufe, auf der er aufgefafst wurde. Der Act in unserer Galvanischen Kette ist derselbe Organische Act, in dem die Erde Einheit ist, derselbe, in dem sie in der höchsten Organismen schönsten Augenblicken Einheit bleibt und bleibt, und wie irgendwo sind auch hier Aufhebung voriger Individualität und Einsetzung neuer die beyden gleichzeitigen Vorgangstheile, deren Ganzes und dessen Permanenz in blofser Continuirung jenes Gesamtprocesses die gerade Linie des Seyns und Bleibens beschreibt, die gezogen ist, wenn sie, die ewig zurückgesetzte, ewig nur wieder bey dem alten Einen Punkt, gleichsam dem Centrum des Seyns, an- und immer wie-

der neu ankömmt, und somit dieses Seyn in Bezug auf sich selbst aller Zeit entzieht, und jeden Raum ungewiß läßt, da es, mit allem Seyn eins, keinen bestimmten anerkennt.

Es ist ohne Zweifel von Wichtigkeit, die rein organische Natur des Gehalts Galvanischer Ketten so zu erkennen und aufzuzeigen, als es eben geschehen ist. Sie pflanzt ihr Geschlecht so gut fort, wie die ganze Erde; sie selbst ist nur ein Auszug aus dieser. In ihr geht vor, was alle Organisation der Erde zu erringen, ewig nicht nachläßt: Wiedergeburt. Das Wasser, das unentbehrlichste für sie, die letzte Vereinigung des Irdischen mit der Sonne, die letzte Körperindifferenz, in die die Summe alles irdischen Unterschieds, aller Individualität der Erdmaterie mit ihrer Erschöpfung, die Sonne zum Gebot, sich auflöst, — der wahre Leichnam der Natur auf Erden, in den jedes Liebende entstirbt, und der das Auge *) wie die Erde deckt: was will die Kraft in jener Kette anders, als — ihn erwecken? — Und er erwacht! — Warum sind schlechte Worte

*) Steffens nennt das Wasser: die ewige Thräne der Natur; und ich konnte mich nicht enthalten, bey obiger Stelle an dies Wort zu denken. — Ich füge hinzu, daß das wahre Wasser der Natur nicht unser „reines“, sondern das Meerwasser ist, wie schon Franklin wollte, und daß selbst die menschliche Thräne nur ein verdünntes gleiches sey. In beyden ist Seesalz der Hauptbestandtheil, und was wir reines Wasser nennen, ist nur ein Product der Zerlegung des natürlichen, die überall beym Meer anfängt. Die unendliche Anstalt der Natur im Seewasser wird die Folge zeigen. —

nöthig, es zu zeigen? — In der Galvanischen Kette wird, wie man es ausdrückt, Wasser zersetzt. Das Oxygen an der einen Seite verbindet sich mit dem Metall daselbst zu Oxyd; das Hydrogen am Metall der anderen erscheint. Was aber ist dieses Erscheinende? Nichts als die Erde mit dem Pol der Pole, den sie in der Reihe der Gestirne der Sonne in allen Erscheinungen zuwendete, rein und frey selbst, die bis in die tiefsten Tiefen hinunter in den mannichfachsten Zergliederungen, Gerüste zu allen den Individualitäten, die in der Sonne ihr Leben, und in diesem den Tod suchten, war, und die endlich, nach allen Durchführungen des Lebens und der Liebe am erreichten Ziel in völlige Geschlechtslosigkeit eingesunken, im Wasser, verbunden mit der Sonne, entschlafen ist bis zum neuen Morgen, wo sie, aus sich das alte Spiel zu wiederholen, und wenn nicht es selbst zu seyn, doch überall es, wie aus Erfahrung, zu lehren und zu leiten, des vorigen Schlafes entbunden wird, und, als Hydrogengas, müßig einstweilen, ihren Bestimmungen neu entgegen sieht. Von unten herauf auf jeder Stufe ist die Erde als solche genöthigt, der Sonne zu huldigen, mit ihr zu seyn, und in ihr zu leben; aber eben hier unten, wo die Quelle ist, griff jede einzelne Macht des Universums am sichersten ein, ihr repräsentatives Individuum zu stellen, dessen Kern die alte Erde ewig selbst war. Und diese Mächte nahmen ihre Arbeit nicht nach einander vor; ein solcher Gedanke ist hlofser Behelf für unsere Vorstellung, den auch wir hie und da im vorigen eingehen mußten. Zugleich sind und waren sie da; dort unten, wo die Erde quillt, wird jeder Strahl im Augenblick des Quellens selbst, so-

gleich in die unendlichen Farben gespalten und ist es. Einen Kern der Erde, der als Einheit, als Körper, wo wäre, giebt es nicht. Er ist sogleich, was er werden muß, die ganze Erde, und jener Kern und alle Organismen dieser sind Eins. Hätte die Erde irgendwo, und gerade da ganz unten (um den Ausdruck zu brauchen) Lust in Einem Individuum ganz aufzutreten, wahrlich die Sonne schläge sie sogleich in Fesseln, denen sich zu entwinden, ihr schlecht gelingen würde. Eben dadurch, daß die Sonne sie nirgends ganz trifft, sondern immer getrennt, bis auf die höchsten Stufen herauf, ist sie genöthigt, dieses Totum der Unterwerfung in Ewigkeit zu suchen; alles was Geschlecht heißt und so heißen sollte, ist jener hemmende Zwiespalt in der unendlichsten Modification, und alle Vereinigung desselben in alle Höhen und Weiten hinaus nur die Unendlichkeit der Grade oder Stufen, in der der Sonne ihr Willen erfüllt wird, ohne daß sie ihn je ganz habe, indem sie, wo sie geeint zu haben glaubte, sich nur neuen höheren geschaffen findet, und so fort, bis sie erst da, wo alle sich durchgesetzt haben, gleichsam an der (dynamischen) Grenze des Erdreichs, die ganze Unendlichkeit in einer gemeinschaftlichen höheren Identität wiederfindet, und nun — im Wasser — zu ruhen glauben möchte, wenn nicht eben ihr dauerndes Bemühen nach Erdvereinigung und Verschmelzung mit sich in jedem Augenblick desselben ein neuer Aufruf an das Universum wäre, sich neu zu präsentiren, und ihr dasselbe wieder unter die Hände zu schieben, womit sie eben fertig zu seyn dachte. Auch weiß sie nicht, daß alle die Grade von Gelingen, deren sie sich von Stufe zu Stufe gewiß vermeinte, nur ein neuer

unvorhergesehener zweyter Apparat sind, ihr Geschäft durchaus zu zögern und das ganze nun erst für sich selbst in eine eigne Welt zu verwandeln, was gerade die Hauptabsicht ist, von der weder Sonne noch Erde etwas ahnden durften. Selbst das Wasser da oben, in dem die Sonne die Erde am sichersten zu haben glaubte, hat nur durch die Einförmigkeit seines inneren Lebens den Schein von Tod; übrigens ist es das berechneteste Glied in dem Act der eignen Welt, die sich im Conflict der Erde mit der Sonne ganz für sich bildet. Hier wo alles versammelt ist, und zwischen Tod und Leben zu beyden gleich bereit liegt, weiß jedes niedere am gewissesten die Bestellung seiner Nachwelt zu machen. Aus ihm, in welches sich alle Individualitäten verlieren, können eben darum alle wiedergeboren werden, ja sie müssen es, so wahr das Wasser das umfassendste gemeinschaftliche Seyn ausdrücken soll, zu dem Erde und Sonne endlich gekommen sind — (zu Folge dessen, was oben schon vorkam). Das Wasser wird, Statt zu einem Todtenbette, zum schönsten Gegentheil das Brautbett der Natur, in dem Sonne und Erde jeden Augenblick ihrer Unendlichkeiten letzte Vermählung feyern, deren Frucht dieselbe Vermählung derselben Sonne und Erde, neu entstanden, selbst wieder ist, die in der Gewissheit ihres eignen Seyns, auf das es allein ankommt, den Verlust übriggewordener Anstalten dazu, so gern vergißt.

So wüßten wir also, daß das Wasser die Instanz ist, an die sich jedes Zeugen und Umschaffen auf Erden zu wenden hat; und es würde uns bey fleißiger Anticipation dessen, was in der Folge dießer Beytr. factisch dargethan werden wird, nicht schwer fallen, zu

zeigen, wie jedes Geschlecht auf Erden, wie hoch oder niedrig es auch stehe, indem es Gattung wird und die Gattung fortpflanzt, das Wasser zum Centrum seiner Vermittelung hat, so daß alles dieser Art gleichsam nur zu einer bestimmten Wiederindividualisation desselben würde. Und von der Kette, die die Galvanische heißt, haben wir das schon gezeigt. Auch würden wir die Schwierigkeiten leicht zu heben wissen, wo man das Wasser als Medium der Zeugung etwa zu vermissen glaubte, weil es z. B. vielleicht nicht in solcher Menge vorhanden schien, als wir an anderen Orten es vorzufinden gewohnt sind. Wie wenig ist nöthig, um einen Proceß von längerer Dauer zu unterhalten, und welcher ausnehmend kleine Theil in der Galvanischen Kette ist der eigentlich erforderliche; welche Summe desselben ist in den Versuchen, wie wir sie anstellen, ganz überflüssig, und welche wird es von neuem dadurch, daß das wenige nöthige um so wirksamer wird, je mehr es mit von ihm verschiedenen Substanzen in Einer Flüssigkeit befindlich ist, die nichts thun, als seine sogenannte Zersetzbarkeit ins unbestimmte zu steigern, ein Kunstgriff, den die Natur da, wo sie auf diese Art zu Hülfe kommen muß, z. B. in allen vegetabilischen und thierischen Säften . . . , besonders den zur Fortpflanzung nöthigen so sehr verstanden hat! — Doch, statt uns in dergleichen Betrachtungen zu verlieren, zu denen das Vorige so reichen Stoff gäbe, kehren wir zurück zu noch einigen Bemerkungen, die uns noch über das Vorige selbst übrig sind, und die wir nicht umgehen können, wenn auch unsere Absicht nicht seyn kann, durch alles dergleichen mehr als Aussichten zu öffnen, zu denen die Anstalten sich jeden Umsturz eben so gern gefallen

lassen, als ihr geahnetes Vorbild, das grofse Gerüste des Seyns, was Welt heifst, in jedem Augenblick, damit letzteres werde.

Es hiefs oben, das Hydrogen in der Kette sey nichts, als die aus der Indifferenz mit der Sonne wieder erweckte Erde. Nur weil überall die Vorstellung nach und nach geht, und für den Augenblick besser thut, Umstände einstweilen zur Seite zu lassen, haben wir oben nicht erwähnt, dafs dennoch die Erde auch als Hydrogen noch nicht ganz von der Sonne entlassen sey. Nie und nirgends wird sie je so erscheinen, denn nur in der Sonne ist sie etwas, und umgekehrt. Wenn das Oxygen Repräsentant der Sonne ist, so ist es doch in gewisser Rücksicht nur einer von mehreren, und, wenn man etwa das gemeinschaftliche Stufenverhältnifs der Repräsentation der Sonne und Erde im Wasser durch $+X^n$ und $-X^n$ ausdrücken wollte, wird das Stufenverhältnifs der Repräsentation beyder im Hydrogengas als Gas nicht $+X^n$ und $-X^n$ mehr, sondern $+X^{n+1}$ und $-X^n$ heifsen, so wie umgekehrt für das Oxygengas als Gas das Stufenverhältnifs der Repräsentation der Sonne und Erde $+X^n$ und $-X^{n+1}$ auszudrücken wäre. Es findet sich hier, dafs wir vorhin beständig innerhalb den Grenzen des Materiellen zu bleiben suchten, und darum so unmittelbar von Stufen wie $+X^{n+1}$ und $-X^{n+1}$ nicht sprechen durften, da diese nicht mehr materiell, d. h. keiner Schwere mehr unterworfen sind, als der eigenen gegen einander. (Wir werden sie einst in dem wiederfinden, was man Electricität genannt hat.) Die Freyheit der Erde im Hydrogengas ist daher relativ, so wie die der Sonne im Oxygengas, von der wir

überhaupt noch wenig sprachen. Die absolute freye Sonne, wie die absolute freye Erde, hat noch niemand gesehen, und wird sie nie sehen, so wenig als sich jemand rühmen kann, das Oxygen und das Hydrogen selbst gesehen zu haben. — Aber mit jener Relativität, hat darum alles, was wir oben sagten, nicht mindere Gültigkeit; wie man leicht finden wird, wenn man jetzt jenen §. nochmals mit Rücksicht auf das hier Gesagte, lesen will. So wie man auch, was dort zur Aufzeigung des Acts der einzelnen Kette, als Zeugungsactes vorgebracht ist, nur als einen Anfang derselben, die nicht einmal für die einzelne Kette vollendet ist, und für Batterien jeder Größe eine ganz andere weitere Sphäre erhält, ansehen wird, der jedoch, bis seine Vollendung einst kommt, mancherley nützliche und angenehme Betrachtungen erwecken und nähren wird, indem kein Zweifel ist, daß man z. B. die vier Geschlechter, die durch den sogenannten lebenden Organismus, aus Gründen, die ich hier übergehen muß, in relativer Vertheilung hindurch zu gehen scheinen, so daß nur im Thierreich Mann und Weib, jedes ein doppeltes in Einem Individuum ist, in der Vegetation hingegen das Thierisch-Weibliche in seine beyden Pole auseinander geht, und das Pflanzengeschlecht macht, während das im Thierreich Männliche sich immer mehr zurückzieht, und bald fast nur, in Bezug auf die Pflanze selbst, potentia da ist, statt daß es auf der Spitze des Thierreichs, bey größter Innigkeit beyder Pflanzengeschlechter gegenüber im Weib, im Mann seine Anlage zur Trennung seiner Pole schon innerlich zu verrathen scheint, ohne doch der Erscheinung nach wirklich dazu zu gelangen; — daß man,

sage ich, diese Vierheit der Geschlechter, wenn sie wirklich Statt hat, — oder was irgend das wahre Geschlechtsschema des lebenden Organismus seyn möge, — schon in der Kette auf eine entsprechende Weise im Kleinen oder im Keime antreffen müsse. —

Der folgende Nachtrag wird mehr zu sagen haben, als der vorige. — Das Wasser, um es als höchstes Medium der Schöpfungen auf Erden nachzuweisen, wurde oben zu einer Würde erhoben, in der der Sonne — sie verzeihe es — zu viel eingeräumt wurde. Aber ich wufste für den Augenblick, wo ich dazu noch einiger Leser besonders gedachte, nichts besseres, um die Rolle, die es im Erdenleben einmal spielt, und ihre ganze Gröfse, fühlbar zu machen, und doch zugleich zur richtigen Bestimmung seines wahren Orts auf Erden vorzubereiten, den ich erst jetzt anzudeuten versuchen will, und zu dem ich mir einige Aufmerksamkeit erbitten darf. Ich kann nur kurz seyn. — Das Wasser ist nicht Indifferenz der ganzen Erde als Erde auf irgend einer Stufe mit der Sonne. Das Hydrogen ist nicht Repräsentant aller Erdindividualität an irgend einer Grenze.

Das Hydrogen ist selbst Individualität unter der Unendlichkeit aller übrigen. Es giebt keinen Ort, wo diese Unendlichkeit wieder eins wäre, als in der absoluten Identität des Universums selbst, aus der sie strömte, und in die sie sich ergießt. Es ist wahr, daß die Sonne alles auf Erden in Anspruch nimmt und hat, aber Eines nur hat sie auf irgend einer Stufe am alleinigsten. Es ist die mächtigste Individualität unter

allen denen, zu denen die Erde, die nie gesehene, in ihrem Entspringen schon zersplitterte, verleitet ist: — das Hydrogen. Die Sonne giebt mit ihm unter allen Bündnissen, die ein Zweig des Erdstamms mit irgend einer Macht der Welt eingehen mag, nur das tiefeste, das bedeutungsvollste. Alle übrigen sind ihm untergeordnet, alle übrigen Zweige sind nur zum Theil der Sonne zugewandt: so viel, als ihnen ihre anderweitige Richtung erlaubt. In allen ist, so zu sagen, etwas Hydrogen, nur das Hydrogen allein ist es ganz, (so ganz es das nemlich als Hydrogen überhaupt ist). Ein Seitenbund, der z. B. die Macht der Sonne am ersten beschränkt, ist (— das wir Namen geben —) der der Erde mit dem Mond. Auch der Mond hat sein Hydrogen auf der Erde, und sie ihr Oxygen von ihm auf sich, d. i. auch gegen ihn geht ein Zweig des Hauptstamms, und auf ihr kommt ebenfalls ein Repräsentant seiner vor, auf dieselbe Weise, wie die Erde der Sonne das Hydrogen reicht, und die Sonne es mit Oxygen empfängt. Und so hat die ganze Welt Forderungen an die Erde, und diese das Fordernde im Repräsentanten da. Die Erde wird selbst nur Eine Construction der Unendlichkeit von den unendlichen im Universum, die mit der Unendlichkeit der Ausgangspunkte in demselben gegeben, und zusammen eben so viele Individualisirungen Einer Absoluten sind. Aber jene beyden Indifferenzen sind es zunächst, die allen übrigen vorgehen, und sie sich unterwerfen, und von ihnen ist wiederum die der Sonne mit der Erde die allermächtigste. Sie geht alles übrige durchaus an — nichts kann geschehen, ohne daß sie nicht dabey gegenwärtig wäre; sie wird durch sich selbst die

Axe, die alle übrigen zur Bewegung um sie zwingt. In keinem Vorgang auf Erden darf sie fehlen, am wenigsten in jedem, der ein Ganzes für sich, eine Selbstständigkeit, Ein Setzen des Erdseyns im Einzelnen, ausmacht. Und ein solches ist jeder Proceß, der organisch heißt, auf welcher Stufe er auch vorgehen möge, also auch unser Galvanismus; denn organisch ist ein jeder, der seine Bedingungen in sich selbst enthält, und so auch dieser. (Es giebt überhaupt keine andern Processe als solche, denn was man von einem besondern electrischen, einem besondern chemischen, . . . , geträumt hat, wird früh genug zur Täuschung werden; der einzige wahre Proceß ist der, in dem sie alle vorkommen, und es ist Ein Proceß, nur an den verschiedenen Gliedern seines äußern Gerüsts so oder so genannt.) Wenn kein Galvanismus ohne Wasser möglich ist, so bedeutet das eben nur, daß ohne Sonnenerdindifferenz keiner möglich sey, und wenn Wasser allein keinen bringt, so bedeutet das wieder nur, daß auch Erdmondindifferenz dazu nöthig sey, und wenn ferner (dem Grade nach) verschiedene letzterer Art ebenfalls dazu gehören, so bedeutet das abermals nur, daß die Gegenwart aller übrigen Erd***indifferenzen dabey bedingt seyn muß. Und so bey Allem, was ein vollständiger identischer Theil des allgemeinen Erdprocesses selbst seyn soll. Und dennoch wird unter Erfüllung aller dieser Bedingungen kein solcher Proceß vorgehen, so lange das Wasser ganz rein angewandt wird. Eine Galvanische Kette der besten Art wird nichts thun, so lange das Wasser in ihr durchaus von jeder fremden Beymischung rein gehalten wird. Eine noch so große Batterie thut ebenfalls nichts, so lange

zwischen den beyden Metallen.... sich völlig reines Wasser, völlig reine Sonnenerdindifferenz, befindet *). Aber wie könnte die Erfahrung schöner darthun, daß die Sonnenerdindifferenz wirklich bündiger, stärker, inniger sey, als jede andere. Die Metalle setzen sich in Bewegung, aber es ist nur ein Ansatz: es wird kein vollständiger Proceß, denn die Sonnenerdindifferenz ist unbeweglich. Sie muß geschwächt werden, und das wird sie in jeder Auflösung eines Fremden: nun erst ist sie beweglich, nun erst wird „das Wasser zersetzt“, und der Proceß wird ein continuirlicher, oder überhaupt ein ganzer. Und in dieser Schwächung liegt das ganze Geheimniß der Weise, wie die gesammte Erde minus der Sonnenerdindifferenz diese zwingt, ihren Proceß Werth und Vollendung zu geben, indess jene ein für allemal keinen ohne ihr Dabeyseyn zuläßt, und doch demohngeachtet, wenn sie allein da wäre, ihn unmöglich machen würde. Darum scheut die Natur das reine Wasser so sehr, daß sie es nicht einmal im Regen rein giebt; darum salzt sie es im Meer mit Salz, und in der Atmosphäre mit Luft; darum ersinnt sie ihre Zusätze zu ihm beständig um so künstlicher und

*) Vergl. schon Fabroni (Gilbert's Annalen der Physik B. IV. S. 431.) und Grashof (a. a. O. B. X. S. 376.) — So habe ich auch in durchaus reinem Wasser nie eine Oxydation der oxydirbarsten Metalle, die zu Versuchen zu Diensten stehen, als Eisen, Zink, u. dergl., bemerken können, selbst wenn ich sie lange Zeit dem Sonnenlicht aussetzte, dessen Zutritt sonst dergleichen Oxydationen so sehr befördert. —

kräftiger, je mehr es ihr um den ganzen Beystand der Sonne zu thun ist, je vollständiger, umfassender, der Gesammtproceß aller Mächtigkeiten der Erde seyn soll, bis sie in den höchsten Organismen sich ganz zu ihr hinaufgeschwungen, sie ganz zu sich herabgezogen hat, und nach allen Seiten mit ungehemmtem Blick in die Unendlichkeit zurückschauen kann; so daß in dieser Hinsicht die organische Geschichte der Erde nun die Geschichte der Stufenfolge wird, in der sie durch immer weiter gehendes Hereinziehen jener Sonnenerdindifferenz in ihre übrige Unendlichkeit den Kreis zu schliessen sucht, dessen Peripherie mit jeder höheren Schließung weiter zurücktritt, und zuletzt auf der höchsten Stufe sich in die Unendlichkeit selbst verliert; — (eine Folge, die abermals nur in der Vorstellung successiv erscheint, in der Natur aber die gewohnte Gleichzeitigkeit ebenfalls behauptet, und im Nacheinander nur das In- und Nebeneinander wiedergiebt). — Höchste Gemeinschaft mit dem Wasser, wie das Vorige sie anzudeuten suchte, also, ist mit einem Wort das Ziel, zu dem die Natur auf Erden überall hinanstrebt. Und diese Gemeinschaft, nicht das Wasser als alleiniges selbst, ist die Stätte, auf die sich nunmehr alles wiederum und mit Wahrheit sagen läßt, was oben vom Wasser zum Schein gerühmt wurde, und wir hier nicht wiederholen wollen. Mit ihrer Einsetzung erfreut jedes Leben sich seines Ursprungs und Wachstums, und in ihrer Auflösung trauert jedes Sterbende im Scheiden der „Thräne“ seinen eigenen Tod. Es darf nicht erwähnt werden, wie alle Absicht der Individualitätsunendlichkeit, wie sie oben aufgestellt wurde, (als Geschlechtsgrund u. s. w.),

auch hier auf die nemliche Weise fortgelte, ja wie ihr Werk nur noch lebendiger, und die eigne Welt immer gesicherter werde, auf die fürs Ganze Alles ankommt, indem gerade alle partiellern Gelingenen einer Indifferenz zwischen Sonne und Erde, (weil diese, weiterer Bestimmung wegen, nur zum Theil ihre seyn kann), dazu dienen, im Conflict mit der totaleren — dem Wasser, — dieses für die Zwecke des Ganzen immer geschickter und der höchsten Gemeinschaftlichkeit mit allem Uebrigen immer fähiger zu machen, bis in Erreichung dieser keine einige Indifferenz, von wo aus sie auch geschaffen sey, eine individuelle Gültigkeit mehr hat, sondern alle in allen zu Einem Kranz verschlungen, das Eine allgemeine Band selbst weben, was ihn bindet.

Aber — man verzeihe — auch mit dem Vorigen haben wir, und aus einiger Absicht, in Hinsicht der rechten Ortsbestimmung des Wassers in der Natur, u. s. w., im Grunde fast wieder nur ein anderes Extrem zu dem einen geliefert, was zuerst aufgestellt wurde. Doch ist nun die Mitte, die sich aus beyden bildet, besonders durch das letztere, von selbst so vorbereitet und klar, dafs wir uns, noch kürzer zu seyn, vornehmen können, als vorhin. Das Vorige führt sie von selbst herbey.

Ist das Hydrogen nur die grösste, alle die anderen überwiegende Individualität der Erde, so ist es damit nothwendig auch in dem nemlichen Maasse wirkliche — relative — Indifferenz aller übrigen, als solcher. Jede der übrigen, in das nemliche Uebergewicht versetzt, würde es eben so gut in Hinsicht aller übrigen für alle übrige werden, ja jede

übrige ist es sogar wirklich, nur eben in dem Grade ihres Nachstehens nach jenen allen vorhergehenden, der mit dem Grade des Gegensatzes ihrer Richtung.... zu der jener gegeben ist, mehr oder weniger.

Daher die allgemeine Verwandtschaft aller unter einander; die in der That einen völligen Zusammensturz sämtlicher sogleich herbeyführen würde, wenn nicht die ewige Gegenwart aller der sie fordernden äußern Mächte, zu und in deren Indifferenz mit ihnen sie überhaupt nur hervorgetreten sind, sie ewig daran hinderte, und ihre Fähigkeit dafür nur dazu benutzte, keine Indifferenz nach aussen (keine Erd***indifferenz) gesondert zu lassen, sondern alle zu der Gemeinschaftlichkeit aller nach allen Seiten zu verpflichten, deren Stufen wir vorfinden, und im gesammtesten Wechselconflict die Einheit lebend wiederzugeben, die sie in obigem Zusammensturz mit absolutem Tod gebüßt hätten, (und wirklich büßten, ehe sie in die Mannichfaltigkeit hervorgerufen wurden, in der sie da sind; insofern nemlich ein solcher Zustand je vorhergehen konnte). Die Sonne, in deren Forderung die Erde am gebliebensten ist, giebt mit ihr die Indifferenz, die allen übrigen zum Organ werden kann, da in ihrem Factor, den die Erde hergiebt, im Hydrogen, sich alle anderen Erdindividualitäten mehr oder weniger wiederfinden können. Das Hydrogen wird von den tiefsten Stufen herauf das repräsentirende Communicationsmedium aller unter sich, aber aus derselben Ursache auch zugleich in gleichem Grade dasjenige, was sie mit sich selbst der Sonne immer eiliger entgegenführt, und den grossen Bund aller, auf den so viel ankommt, seiner Schliessung nähert. Das Wasser wird das letzte nöthigste Glied in der Kette der

Natur; so wie es hereintritt, beginnt der Kreislauf des Lebens ganz in ihr, — denn seine eigene — (des Wassers) — Hartnäckigkeit zu lindern, hat diese Mittel genug, und schon sind sie Anschliessungen derselben Art, wie sie vorhin angedeutet wurden. — Ich brauche nach allem, was vorgekommen ist, nicht fortzufahren, die Ansicht zu vollenden, die nach der Führung durch beyde Extreme zu ihrer Mitte, der eigentlich wahren, aus ihr hervorgeht, da man eben so nun, was zu beyden Seiten vorkam, nach Anleitung dessen, was zuletzt sich ergab, nur zu vereinigen braucht, um nirgends etwas anderes, als die Einseitigkeit weggeschafft, die Wahrheit selbst aber, die dabey zu leiden schien, ihrem Wesen nach in reiner Allseitigkeit wiederzufinden. Es wird nicht schwer seyn, in dem unendlichen Gerüst von Mannichfaltigkeit zuletzt nur die Anstalt zu derselben Einheit, und in ihr sie selbst wiederzutreffen, die oben unter Erdseyn und dessen ewiger Reconstruction, die mit ihm eins ist, aufgeführt wurde, und es wird nichts übrig bleiben, was nicht dahin gehörte. Was wir Galvanismus nennen, wird derselbe concentrische Theil davon seyn, für den wir ihn schon vorher erkannten, und man wird, mit allen Correctionen, die das Angeführte veranlassen kann, den Ort oder die Stufe wiederfinden, die er besetzt, und mit ihr alles, was ihm auf solcher gebürt. Unsere Absicht, die Tendenz des von uns veranstalteten, und dem ihm gleichen im Allgemeinen nachzuweisen, wird daher so erfüllt seyn, als diese flüchtigen Worte den Weg dazu dem von selbst Weitergehenden anzudeuten im Stande waren. Aber noch mehr: er wird in dem Vorgebrachten zugleich schon mit das Verständniß finden, über das, was wei-

ter oben von Systemen, die die einzelnen Glieder unserer Kette selbst schon seyn sollten, von dieser ihren Gliedern, die wieder Systeme wären, und so fort, nur einstweilen sprachen. Jeder Versuch der Sonne, mit allen übrigen Individualitäten der Erde, außer dem Hydrogen, einzeln oder mehrfach in Bund zu treten, ist ein ähnlicher nur schwächerer von dem, der auf den höhern Stufen im Wasser ganz vorgenommen wird. So gewiß, wie oben vorkam, jede andere Erdindividualität, als das Hydrogen, zugleich in etwas Hydrogen mit zu seyn genöthiget ist, so gewiß bildet sie zugleich schon etwas von dem, oder vielmehr, nur mit dem Unterschied der Stufe, seinem Innern nach, ganz dasselbe, was auf der höheren durch den Conflict der drey Körperindividuen, die unsere Kette zusammensetzen, hervorgebracht wird, und alles auf Erden, damit es nur erscheine, ist schon deshalb genöthiget, ein solches auszudrücken. So ist es von den tiefsten einfachsten Erscheinungen an bis herauf zu den höchsten, und wer die unendlich mannichfachen Verschlingungen, die alle unter einander wieder eingehen können, und wirklich eingehen, nur einigermaßen sich vergegenwärtigen kann, wird bald zum wenigsten so viel sehen, daß alles, was wir Zusammensetzung nennen, in dem Maasse auch Galvanische Systemzusammensetzung seyn müsse, und die Zerlegung dieser mindestens so weit gehe, als die Analyse jener zurückgehen kann, es sey, daß sie es schon gethan habe, oder irgend einmal es erst thun könne. Die Veränderlichkeit der Repräsentationsstufen, die wir beym Wasser oben zwischen Sonne und Hydrogen antrafen, wird auch hier unten zwischen Sonne und allem, was nur zum Theil Hydrogen (im da-

gewesenen Sinne des Worts) ist, wiederkehren, und, vielleicht mit noch mehr Mannichfaltigkeit, die sogenannten Reductionsstufen, so wie auf der andern die Oxydationsstufen, und eine neue Art, die unter allen Erdindividualitäten für das Hydrogen $\kappa\alpha\tau'\epsilon\tilde{\iota}\sigma\chi\eta\nu$ allein keinen Sinn hat, die Hydrogenationsstufen, geben, die alles in noch größere Diversität versetzen. Alle Oxyde, oder alle Sonnenverbindungen, in denen die Sonne ganz oder zum Theil als $+X^n$ gegenwärtig ist, werden sämmtlich, jedes für sich, gleichsam eine besondere Art von Wasser bilden, die demohngeachtet nur (durch Temperatur u. s. w.) der Flüssigkeit bedarf, um auch hier unten, nach ähnlichen Schwächungsmethoden, wie die, die sich beym Wasser ausüben, Galvanismen unterhalten zu können, die jedoch alle tiefer liegen, als unser oberer, wo das Oxyd $\kappa\alpha\tau'\epsilon\tilde{\iota}\sigma\chi\eta\nu$, das Wasser, selbst, die letzte Vollendung ins Unendliche hinaus giebt; — so wie die absolute Möglichkeit von Fällen, wo Ein Individuum in der Erscheinung mit seinen beyden nächsten innern Gliedern zwey äussere Individuen vertritt, u. dergl., wie überhaupt alles, was in dem Begriff eines innern Galvanismus enthalten seyn kann, und wie auf Erden nur Ein Reich, und Eine Geschichte desselben, die mit ihm wieder dasselbe ist, nun eben so klar seyn muß. Und was alles noch übrig wäre....

Es ist nicht möglich, in unterbrochenen Stunden, wie die sind, in denen ich dies schreibe, bey Schilderungen, wie die gegenwärtigen, jede Einzelheit beständig mit dem Namen, den sie vom Standpunkt des Ganzen aus und der Stelle in ihm, die es durch dasselbe überhaupt nur ist und wird, auszusprechen. Man muß

zufrieden seyn, nachdem man einmal das Ganze und die Formel für das Verhältniß einer Stelle in ihm, zu ihm, irgendwo in einem glücklichen Wort niedergelegt hat, die Einzelheiten, die ins Unendliche gehen, nur mit beständiger Andacht an jenes Ganze und seinen Ausdruck in der einzelnen Stelle, wenn von nun an auch mit den Namen, die die blinde Betrachtung, die einst nur das Einzelne ohne im Ganzen fand, ihnen ehemals gab, wieder aufgezählt hat; und man darf dann hoffen, daß der glückliche Leser, auf dieselbe Weise, den wahren Sinn darinn überall wiederfinde, mit dem der Beschreiber allenthalben gegenwärtig gewesen zu seyn, sich gestehen muß, überzeugt, den Wiederschein davon, der hinreicht, um das Licht, von dem er ausging, selbst, zu verrathen, nirgends veruntreut zu haben. Habe ich irgendwo dieser Ueberzeugung getraut, so war es in dem, was ich in den vorigen §§. bey Gelegenheit der Aufsuchung der Tendenz des Galvanismus zu schildern versuchte, und ich halte dieses Zutrauen für gerechtfertiget, da ich hierzu an den Leser nur die in der That geringe Anforderung hatte, ihn mir gleich nehmen zu dürfen, damit unser Verständniß, auf das es ankam, an keinem Ort litte. Und in der Uebereinkunft hierüber mit ihm, darf ich allerdings glauben, nichts übergangen zu haben, was ein nöthiges Moment in dem Umriss des Ganzen wäre oder gäbe, dessen Wiederbeschreibung ich bloß veranlassen wollte, und zu dem, wie man gesehen hat, das einfache Experiment, welches wir das Galvanische nennen, von selbst hintrieb.

(So wie denn überhaupt die Absicht alles desjenigen, was von S. 169. an gesagt und angedeutet worden,

keine andere, als die sehr mäfsige war, mehr alte Versteinerungen, an denen ein so grofser Reichthum vorhanden ist, flüssig zu machen, als diese Flüssigkeit schon selbst wieder in neue lebendere Gestaltungen einzuführen; — eine Absicht, zu deren Erreichung selbst der Antheil von — Irrthum —, der neben der Wahrheit, im Vorigen sorglos hingeworfen und noch so liegen gelassen seyn möchte, ja es wirklich ist, das Seinige mitwirken soll und wird, sobald er nur überhaupt hier und da das Bedürfnis des Besseren rege macht; welche Eigenschaft wir ihm denn, so viel er sie hatte, gern gelassen haben. An uns allein wird es liegen, wenn wir nicht selbst die ersten sind, die einst die wirkliche Ausgleichung Alles zu Einem herbeyführen, und die ferneren Verhandlungen dieser Beyträge sind dazu bestimmt, dies ernstlicher als je zu thun. Die zunächst folgende über Volta's Batterie wird diesen Anfang machen; so dafs man, wenn man will, die vorigen §§. eben so gut wie eine Vorrede zu ihr, als was sie zuerst allein zu seyn schien, wie einen Nachsatz zu der vorigen (S. 107. u. f.) ansehen kann. Unser Weg ist mühsam, und von manchem andern verschieden. Aber wir scheuen uns nicht, ihn ferner zu betreten, denn ja selbst die Unmöglichkeit, auf ihm ans Ziel zu kommen, deren Beweis etwa er einst selbst am besten geben könnte, wäre Belehrung genug, um solcher Aufopferung werth zu seyn. Noch aber haben wir eine gegründete Hoffnung des Gegentheils, und keine Ursache, ein früheres Urtheil uns stören zu lassen, als dasjenige, was unser Geschäft, consequent fortgeführt, einst selbst fällen wird. Eine vollständige Theorie des Galvanismus ist eins mit der Theorie der Natur selbst. Daher die

mannichfaltigen Untersuchungen, die zu gleicher Zeit über Wasser, Electricität, Magnetismus, Licht, u. s. w., theils schon angeknüpft sind, theils es noch werden. Die Art, wie diese schon sich in eine einzige auflösen werden, wird der erste Wink seyn, für das, was weiter zu thun ist. Bis dahin also ersuchen wir zunächst, den Ausgang abzuwarten, und um so lieber, da es an sich gewiß ist, daß ein wahrhaft ernstlicher Einspruch dagegen ohnehin nie Statt finden kann, — aus welcher Ueberzeugung wir denn selbst am gewissesten auch jedem andern Geschäft, das mit dem unsrigen ein gleiches Ziel hätte, nie den geringsten dieser Art nur thun zu wollen, je im Stande seyn werden.

Doch dies nur für einige —
— Und das Ganze für sich. —

Was über dies und jenes in §. 23. u. f. der oben stehenden Abhandlung über den Galvanismus im Thierreich.... (Stellen, die man, z. B. S. 143., von selbst gefunden haben wird) — noch zu sagen und zu berichtigen wäre, unterbleibt, da die Resultate der Folge specieller Berichtigungen dieser Art an sich entübrigen werden.

Im Frühjahr, 1802.

d. H.

Von der
Galvanischen Batterie

nebst
Versuchen und Bemerkungen

den
Galvanismus überhaupt

betreffend;

vom
Herausgeber.

Galvanische Batterie

von

Versuchen und Bemerkungen

von

Galvanismus überhaupt

bezüglich

von

Herausgeber.

Ich weifs, um kurz anzudeuten, wovon in den folgenden Blättern die Rede seyn soll, um mit einem Wort das auszusprechen, was im Galvanismus für immer Epoche machte, und, was immer klärer werden wird, eine Theorie seiner in nichts mehr von einer Theorie aller Naturwissenschaft unterschied, nichts Geschickteres, als statt allem, Volta's Abhandlung über seine Entdeckung, selbst, hier abdrucken zu lassen, die von ihrem Datum an zwey ganze Jahre lang es einzig war, die, vorerst eine lange Zeit in bloßen mehr oder minder sagenden Notizen von ihr, und Auszügen aus ihr, und spät erst ganz selbst, die Veranlassung zu allen den unzähligen Wiederholungen und Erweiterungen gewesen ist, die in dieser Zeit den Versuchen Volta's und seiner Ansicht derselben, geworden sind. Mancher wird es zu gestehen haben, daß er seine Aufmerksamkeit auf den Galvanismus erst auf diese Entdeckung Volta's der Mühe werth zu halten, versucht ward, und selbst, wer vorher beständig damit umging, hatte wohl nie mit ganzer Sicherheit geglaubt, seine Ueberzeugungen in so großen Buchstaben erneuert zu sehen. Es ziemt uns allen somit einige Dankbarkeit, und damit ich, was die meinige betrifft, sie auch nicht versäume, wird es der Leser nicht abschlagen, wenn ich ihn ersuche, zuerst sich in Gedanken wieder zurück zu versetzen, in die einstige Unbekanntschaft mit allem, dann in Andacht Volta's folgende Abhandlung mit mir

durchzulesen, darauf den Erweiterungen zuzusehen, die sie in so kurzer Zeit nach sich ziehen konnte, weil der Grund in ihr selbst lag, und zuletzt erst, überwältigt von des Stoffes Masse gemeinschaftlich mit mir der Nothwendigkeit nachzugeben, und dem geheimen Faden nachzuspüren und ihn darzulegen, der alles zum mystischen Ganzen verschlang. Fände sich beym Aufgreifen desselben dann auch etwa, daß das, dem man unterlag, doch von neuem wieder zur Kleinigkeit würde, nur einige Blumen aus der Schaar aller, die sich gegenseitig verwandt sind, so wird man doch nur desto mehr bewegt seyn, die übrigen nach und nach auch zu versammeln, um in ihrem allgemeinen Anblick die ganze Freude ungetheilt zu schauen, die zu versprechen jeder Theil des wahren Ganzen, eben weil er das war, so schön voraus hatte.

Aber wir kehren zurück zu der Einfalt, die uns Volta lehrt, und hören von ihm, wie er das elektrische Organ des Krampffisches künstlich nachahmt.

Volta an Banks *).

Como, den 20. März, 1800.

§. 1.

„Nach einem langen Schweigen, worüber zu verantworten, ich mich nicht bemühen will, habe ich das Vergnügen, der königlichen Gesellschaft einige auffallende Resultate mitzutheilen, auf welche ich im Verfolg meiner Versuche über diejenige Electricität kam,

*) Das Original dieser Abhandlung befindet sich in den Phil. Trans. 1800. Vol. II. p. 403 — 431. Da ich dies Werk eben selbst nicht haben konnte, so bin ich genöthigt gewesen, mit der schlechten Uebersetzung daraus, die Trommsdorf in s. allgem. chem. Bibliothek. B. I. St. 2. (1802.) S. 1 — 22. gegeben hat, zufrieden zu seyn, der ich indess so viel wie möglich nachzuhelfen gesucht und sie in §§. abgetheilt habe, um das Nachsehen einzelner Dinge zu erleichtern. Das Original selbst wurde den 26. Jun. 1800. in der königlichen Gesellschaft zu London vorgelesen; die erste kurze Nachricht davon gab das Monthly Magaz. 1800. Jul. No. 60. und einen Auszug Nicholson in s. Journ. of nat. phil. (1800 Jul.) Vol. IV, p. 179 — 181. übersetzt in Gilbert's Annalen d. Phys. B. VI. St. 3. (1800 November) S. 340 — 346. Frühere Nachrichten, die sich ebenfalls auf diese Abhandlung beziehen, sind auch Landriani's Schreiben an Mayer in Prag in Voigt's Magaz. f. d. neuest. Zustand der Naturk. B. II. St. 2. S. 215 — 219. Tab. IV. Fig. 1. 2. und Bank's Schreiben an Blumenbach in Göttingen, ebendasselbst, S. 192.

welche durch die bloße gegenseitige Berührung heterogener Metalle und selbst anderer unter sich verschiedener Leiter, flüssiger sowohl wie solcher, die bloß des Antheils Feuchtigkeit wegen, den sie enthalten, leiten, erregt wird. Das Hauptresultat, welches die übrigen fast alle in sich faßt, ist die Verfertigung eines Apparats, der in Hinsicht seiner Wirkungen, d. i. der Erschütterungen in den Armen u. s. w., die er hervorbringt, der Leidner Flasche, oder besser einer schwach geladenen electrischen Batterie, die übrigens unaufhörlich wirkte und nach jedem Schlag sich wieder von selber lüde, gleicht, der aber sowohl eben durch diese ihm eigene anhaltende Wirkung, als darin wesentlich davon abweicht, daß er nicht, wie gewöhnliche electrische Flaschen und Batterien, in einer oder mehreren vereinzelter Scheiben — in dünnen Lagen von solchen Körpern besteht, welche man selbst-electrische nennt, und die mit Leitern oder sogenannten nicht electrischen Körpern auf gehörige Weise belegt oder armirt sind. Mein neuer Apparat besteht einzig aus mehreren der letzten Art, unter welchen sogar die besten Leiter, also nach dem was man bisher geglaubt hat, solche Körper, die von der electrischen Natur am weitesten entfernt sind, vorkommen. Denn in der That besteht er aus nichts, als einer Anzahl guter Leiter, welche auf eine bestimmte Art zusammengeordnet werden, als dreyßig, vierzig, sechzig oder mehreren Stücken Kupfer oder besser Silber, eben so vielen Stücken Zinn, oder weit besser, Zink, wovon immer eines mit einem von jenen verbunden wird, und einer gleichen Menge Lagen von Wasser oder anderer besser leitenden Flüssigkeit, wie Salzwasser, Lauge u. s. w., oder statt dieser einer ähnlichen

Anzahl Stücken von Kartenpapier, Leder u. dergl., die mit einer von jenen Flüssigkeiten gut durchnäßt sind; eine solche beständig nach der angeführten Ordnung abwechselnde Verbindung zweyer verschiedener Metalle mit einem feuchten Leiter macht diesen neuen Apparat aus.

§. 2.

Aehnlicher als der Leidner Flasche oder der electrischen Batterie ist er dem natürlichen electrischen Organ des Krampfrochens oder des Zitteraals. Wie dieses, ist er bloß aus leitenden Körpern zusammengesetzt; wie dieses, wirkt er ohne eine zuvor veranstaltete Ladung, ohne Mithülfe einer durch irgend eines der bisher bekannten Mittel erregten Electricität, ohne daß er aufhörte und nachliesse. Er ist im Stande, in jedem Augenblicke nach Umständen stärkere oder schwächere Schläge zu geben, Schläge, die sich bey jeder Berührung verdoppeln, und indem man sie öfters wiederholt, oder einige Zeit damit anhält, die nemlichen Empfindungen in den Gliedern hervorbringen, wie der Krampfrochen.

§. 3.

Ich versehe mich dazu mit einigen Dutzenden kleiner runden Scheiben von Kupfer, Messing, oder besser, Silber, die ohngefähr einen Zoll im Durchmesser haben, wie z. B. Münzen, und eben so vielen Platten von Zinn, oder noch besser von Zink, etwa von gleicher Gestalt und Gröfse; doch kommt auf beydes, Gestalt wie Gröfse, so viel nicht an, selbst darauf nicht, ob beyderley Platten ganz genau auf einander passen, wenn sich nur die von ihnen, welche an ein-

ander zu liegen kommen in einzelnen Punkten berühren; aber darauf muß man Acht haben, daß man sie bequem in eine Säule aufthürmen könne. Ueberdem schneide ich mir noch eine hinlängliche Anzahl Scheiben oder Stücke von Kartenpapier, Leder, oder sonst einem porösen Stoff, der im Stande ist, Feuchtigkeit einzusaugen und in sich zu behalten; doch mache ich diese Scheiben etwas kleiner, als die Metallplatten, damit sie nicht, wenn sie zwischen diese zu liegen kommen, über sie hervorragen, nur müssen sie auch wieder nicht zu klein seyn, und sich dicht an die Metallplatten anlegen. Hierauf lege ich horizontal, z. B. auf einen Tisch, eine von den Metallplatten, (die überhaupt alle zuvor recht rein und trocken gemacht seyn müssen,) z. B. eine Silberplatte, auf diese eine Zinkplatte, auf diese eine der feuchten Scheiben, (die jedoch so weit abgetrocknet seyn muß, daß nichts von ihr abtrieft,) dann eine zweyte Silberplatte, auf diese eine zweyte Zinkplatte, auf diese wieder eine nasse Scheibe, und so fort in der angegebenen Ordnung, daß eine Säule daraus wird, so hoch, als sie sich halten kann.

§. 4.

Sind auf diese Weise zwanzig solcher Stockwerke über einander gethürmt, so wird die Säule schon stark genug, um nicht allein Cavallo's Electrometer, mit Beyhülfe eines Condensators, eine Electricität von 10 bis 15 Graden mitzutheilen, und diesen Condensator selbst, durch bloße Berührung, so weit zu laden, daß er einen Funken giebt, sondern auch, den Fingern, womit man die beyden äußersten Enden der Säule berührt, je nachdem man die Berührungen wiederholt,

einen oder etliche, wenige oder mehrere Schläge zu geben. Jeder dieser Schläge kommt dem schwachen Schläge vollkommen gleich, den eine schwach geladene Leidner Flasche, oder eine noch weit schwächer geladene electrische Batterie, oder ein äußerst ermatteter Krampfrochen giebt, welcher letztere überhaupt, in der Folge der unaufhörlich wiederholten Schläge meinem Apparat noch am nächsten kommt.

§. 5.

Um mit diesem Apparat dergleichen Schläge zu bekommen, muß man die Finger, womit man die beyden Enden der Säule zu gleicher Zeit berührt, mit Wasser anfeuchten, damit die Haut, welche sonst nicht leitet, wohl durchnetzt sey. Um des Erfolgs gewisser zu seyn, und um weit stärkere Schläge zu erhalten, muß man die unterste Platte der Säule vermittlest eines hinlänglich breiten Metallblechs oder eines starken Draths mit einem Becken oder einer grossen Schaale voll Wasser in Verbindung setzen, worein man einen oder mehrere Finger oder auch die eine ganze Hand taucht, indess man zur gleichen Zeit die oberste Metallplatte der Säule mit einem reinen andern Metallbleche berührt, welches man an den breiten Seiten in der andern stark angefeuchteten Hand recht fest hält. Wenn ich so mit dem Metallbleche in der andern Hand das vierte oder auch schon das dritte Metallplattenpaar der Säule von unten, und so nachher das fünfte, das sechste, und nach und nach alle übrigen bis zum obersten, berühre, so nehmen die Schläge in den Gelenken des Fingers, der in das Wasser getaucht ist, immer mehr an Stärke zu, und sind bey dem zwanzigsten Plattenpaar zuletzt so stark, daß sie

den ganzen Finger einnehmen, ja, wenn auf der untern Seite die ganze Hand in Wasser ist, bis an den Ellenbogen reichen, und auch wohl in der andern Hand zu fühlen sind.

§. 6.

Die Wirkungen des Apparats werden beträchtlich erhöht, wenn die Atmosphäre oder das Wasser, oder die feuchten Scheiben, warm sind, weil überhaupt Wärme die leitende Kraft des Wassers verstärkt. Noch mehr aber geschieht dieses durch fast alle Salze, und namentlich durch das gewöhnliche Kochensalz.

§. 7.

Aber zu einer noch größern Höhe, als selbst die electriche Kraft des Krampfrochens und des Zitteraals ist, kann man die Kraft dieses Apparats erheben, wenn man die erwähnte Säule aus Metallen und feuchtem Stoff nach der nemlichen Ordnung, nach der sie zusammengesetzt wurde, noch um zwanzig bis dreyßig Paare höher baut; hier verbreitet sich der Schlag schon durch beyde Arme bis in die Schultern, vornemlich auf der Seite, wo die Hand in das Wasser getaucht ist. Ist die ganze Hand eingetaucht und wiederholt man die Berührungen schnell nach einander, so bleibt Hand und Arm mehr oder weniger empfindungslos; taucht man aber nur einen Finger ganz oder zum Theil ein, so fühlt dieser desto stärkere und brennende Schmerzen.

§. 8.

Eine solche Säule giebt dann auch mehreren Menschen, die sich einander die Hände geben, wenn diese

nur zuvor nafs genug gemacht worden, ziemlich starke Stöße.

§. 9.

Eine andere Verrichtung besteht in Folgendem: Man setzt eine Reihe von dreysig bis sechzig SchaaLEN von Holz, Muscheln, Töpferwaare, oder Krystall, (nur nicht von Metall), oder auch eben so vielen Gläsern, die man bis zur Hälfte mit reinem, oder besser, mit Salzwasser, oder Lauge, angefüllt hat, durch metallene Bögen mit einander in Verbindung; der eine Arm dieser Bögen oder wenigstens sein im Wasser befindliches Ende ist von Kupfer oder Messing oder (besser) von übersilbertem Kupfer, das andere in der folgenden SchaaLe von Zinn, oder besser, von Zink; bey Zink ist Salzwasser, bey Zinn hingegen Lauge vorzuziehen. Beyde Metalle dieser Bögen, werden an einer Stelle, die über dem Wasser steht, zusammengelöthet, und sind unten am Ende breit; sonst können sie von bloßem Drath seyn, der auch, wenn nur die beyden Enden aus den erwähnten Metallen bestehen, von einem dritten andern Metalle seyn kann. Um Versuche damit anzustellen, taucht man die eine Hand in die eine der Schalen oder Gläser, und einen Finger der andern in ein anderes, das ziemlich weit in der Reihe von jenem, worin die erste Hand ist, absteht; je weiter beyde Gläser von einander abstehen, desto stärker wird der Schlag seyn, und noch stärker, wenn man dabey in der einen gut durchfeuchteten Hand ein ziemlich breites Metallblech recht fest hält, und damit das Wasser in dem Gefäße oder das darinn befindliche Ende des Metallbogens berührt, und in das andere weit davon abstehende die

andere Hand taucht, oder ebenfalls das darinn befindliche Wasser oder Ende des Metallbogens mit einem ähnlichen Bleche berührt.

9. 10.

Hat man sechzig solcher Schaalen oder Gläser auf die angezeigte Weise geordnet, und durch Metallbögen mit einander in Verbindung gesetzt, doch so, daß bey den ersten zwanzig die Metallbögen beständig nach der Richtung liegen, daß ihr Silberende z. B. nach links, ihr Zinkende aber nach rechts befindlich ist, bey den folgenden zwanzig aber die Ordnung umgekehrt ist, und das Zinkende links, hingegen das Silberende rechts liegt, bey den letzten zwanzig darauf aber die erste Ordnung wiederkehrt, nach der das Silberende wieder links und das Zinkende rechts liegt, — und man taucht nun den einen Finger der einen Hand in die Feuchtigkeit im ersten Glase, und berührt mit dem Metallblech in der andern auf die schon angegebene Weise den ersten Metallbogen, (d. i. der das erste Glas mit dem zweyten verbindet), dann den zweyten, den dritten, und so einen nach dem andern bis zum letzten, so wird man, wenn anders das Wasser Salz genug enthält und lau genug ist, die Hände aber ebenfalls hinlänglich warm und naß sind, schon bey der Berührung des vierten oder fünften Bogens, (ich habe ihn einigemal schon bey der Berührung des dritten ziemlich deutlich gefühlt,) einen kleinen Schlag zu empfinden anfangen; geht man so nach und nach zum sechsten, siebenten u. s. w., so nimmt der Schlag an Stärke stufenweise immer zu, bis man zum zwanzigsten kommt; geht man aber weiter zum ein-, zwey-, dreyundzwanzigsten, so wird der

Schlag bey jedem folgenden schwächer; bey dem sechs- oder siebenunddreyßigsten unmerklich, und bey dem vierzigsten verliert er sich gänzlich; geht man aber über den vierzigsten hinaus, so ist der Schlag bey dem vier- oder fünfundzwanzigsten noch unmerklich, fängt aber von da an wieder merklich zu werden, nimmt, wie man weiter geht, zu, und ist endlich am sechzigsten Bogen wieder eben so stark, als am zwanzigsten.

§. 11.

Hätten aber die mittlern zwanzig Bögen dieselbe Richtung wie die zwanzig vorhergehenden und die zwanzig folgenden, würden also alle sechzig den electrischen Stoff in gleicher Richtung sollicitiren, so begreift man leicht, um wieviel stärker die Wirkung und die Erschütterung am Ende seyn müsse, so wie überhaupt, wie weit sie in allen Fällen, die möglich sind, durch eine entgegengesetzte Stellung der Metalle geschwächt werden müsse.

§. 12.

Ist die Kette irgendwo unterbrochen, entweder dadurch, daß kein Wasser in den Schalen ist, oder daß einer von den Metallbogen weggenommen, oder in zwey Hälften getrennet wird, so erfolgt kein Schlag, wenn man einen Finger in das Wasser der ersten, und einen andern in das Wasser der letzten Schale taucht; aber er erfolgt, wenn man die Finger darinn läßt, nach Umständen stark oder schwach, sobald die unterbrochene Verbindung wieder hergestellt wird, indem eine dritte Person in die beyden Schalen, in denen der Metallbogen fehlt, zwey ihrer Finger, (die dann auch

einen leichten Schlag bekommen), bringt, oder besser, den weggenommenen oder auch einen andern Metallbogen wieder einsetzt; oder die Hälften des getrennten Bogens wieder zusammenbringt, oder in die trockene Schaale, wenn das der Fall ist, wieder Wasser gießt.

§. 13.

Ist die Reihe von Schalen lang genug, so daß sie einen starken Schlag geben kann, so wird man ihn, wiewohl viel schwächer, fühlen, wenn man die beyden Finger oder auch die beyden Hände blos in ein ziemlich großes Becken mit Wasser steckt, in welches der erste und der letzte Metallbogen gehen, wenn nur die eine oder die andere oder beyde Hände ganz oder beynahe mit diesen Bögen in dem Augenblick, in welchem die Verbindung wieder hergestellt wird, in Berührung sind. Vielleicht wundert man sich, daß in diesem Kreise der electriche Strom, dessen Lauf durch Wasser nicht unterbrochen ist, in diesem Wasser im Becken diesen guten Leiter verläßt, und durch den Körper des Menschen geht, der seine Hände in dieses Wasser gesteckt hat. Diese Verwunderung aber wird aufhören, wenn man erwägt, daß lebendige und warme thierische Stoffe, und insbesondere ihre Feuchtigkeiten überhaupt bessere Leiter sind, als das Wasser; da also der Körper des Menschen, der seine Hände in das Wasser steckt, dem electriche Strom einen leichtern Durchgang gestattet, als dieses Wasser selbst, so wird er ihn vorziehen, wenn auch der Weg etwas länger seyn sollte. Da sich übrigens der electriche Stoff, wenn er in Menge durch unvollkommene und namentlich durch feuchte Leiter, strömen muß, gerne ausbreitet oder theilt, sogar Um-

wege nimmt, wenn er dabey weniger Widerstand findet, so nimmt in unserm Fall nur ein Theil des electrischen Stroms, in dem er sich vom Wasser entfernt, diesen neuen Weg durch den menschlichen Körper vom einen Arme zum andern; ein anderer gröfserer oder kleinerer geht durch das Wasser im Becken. Deswegen ist auch der Schlag, welchen man bekommt, viel schwächer.

§. 14.

Nach diesen Erfahrungen darf man glauben, dafs, wenn der Krampfrochen den Armen des Menschen, oder den Thieren, die ihn berühren oder im Wasser sich ihm nähern, einen Schlag, (der unter Wasser auch weit schwächer ist, als ihn der Fisch aufserhalb des Wassers geben kann,) geben will, er nur einige Theile seines electrischen Organs, da wo durch einen Zwischenraum die Verbindung mangelt, näher zusammen zu bringen, diese Unterbrechungen zwischen einer oder der andern der Säulen, woraus das erwähnte Organ besteht, oder zwischen den Häuten, welche wie dünne Scheiben von unten bis oben in jeder Säule auf einander liegen, zu heben hat, so dafs eine gehörige Berührung erfolgt, entweder dadurch, dafs er diese Säulen zusammendrückt, oder dafs er zwischen die aufgehobenen Häutchen oder Zwischenwände eine Feuchtigkeit fliefsen läfst. Dies ist, wie ich vermuthe, der ganze Procefs, den der Krampfrochen vornimmt, wenn er einen Schlag giebt; denn alles übrige, nemlich die Erregung und die Bewegung, welche er dem electrischen Stoffe giebt, ist nur eine nothwendige Folge seines besondern Organs, das von einer zahlreichen Folge von Leitern gebildet wird, welche, wie ich alle Ursache zu glauben habe, unter

sich verschieden genug sind, um bey ihren gegenseitigen Berührungen den electrischen Stoff in Bewegung zu setzen, und die so geordnet sind, daß sie hinreichende Kraft haben, ihn von oben nach unten oder von unten nach oben zu treiben, und den Strom so zu leiten, daß er einen Schlag verursacht, sobald und so oft alle nöthigen Berührungen und Verbindungen Statt finden.

§. 15.

Damit sich die Säulen aus den Metallplatten verlängern lassen, ohne aus einander zu fallen, habe ich folgende Maafsregeln getroffen. Ich habe drey, vier, oder mehrere Stäbe angebracht, welche an der Säule von unten bis oben hinauf gehen, und die Metallplatten nebst den feuchten Scheiben dazwischen wie in einen Bauer einschliessen, und sie also verhindern, aus einander zu fallen. Diese Stäbe können von Glas, von Holz oder auch von Metall seyn, nur muß man im letzten Fall darauf sehen, daß sie die Metallplatten nicht unmittelbar berühren, was dadurch zu bewirken ist, daß man entweder jeden dieser Stäbe in eine Glasröhre steckt, oder auch zwischen sie und die Säule einige Streifen Wachsleinwand, geöltes Papier, anderes, oder irgend einen Körper bringt, welcher ein schlechter Leiter ist.

§. 16.

Das beste Mittel aber, wenn man einen Apparat von sehr vielen, z. B. von sechzig, achtzig, hundert Metallplatten construiren will, ist, die Säule in zwey oder mehr kleinere zu theilen, welche man dann durch Metallbleche mit einander, die äußersten Enden der

Säulenreihe aber mit Becken voll Wasser in Verbindung setzt.

§. 17.

Ein so eingerichteter Apparat ist ziemlich bequem, nimmt wenig Raum ein, und könnte leichter und sicherer noch, durch ein Futteral für jede Säule, selbst tragbar gemacht werden; nur ist es Schade, daß er nicht lange im gehörigen Stande bleibt, denn die feuchten Scheiben trocknen in einigen Tagen aus, so daß sie von neuem genäßt werden müssen. Dies läßt sich indess, ohne die ganze Verbindung aus einander zu nehmen, dadurch bewirken, daß man die Säulen, so wie sie sind, in Wasser senkt, nach einiger Zeit wieder herausnimmt, und sie so gut als möglich äußerlich abtrocknet.

§. 18.

Die beste Art, einen solchen Apparat so dauerhaft, als man nur wünschen könnte, zu verfertigen, wäre, das Wasser zwischen jedem Paar von Metallblechen einzuschließen; und, um die Platten zugleich selbst ihres Orts zu befestigen, die ganze Säule in Wachs oder Pech einzubüllen, dies läßt sich aber etwas schwer ausführen, und erfordert viele Gedult. Doch ist es mir gelungen, auf diese Weise zwey Säulen von zwanzig solchen Metallplattenpaaren zusammen zu setzen, die mir noch nach einigen Wochen gute Dienste thun, und, wie ich hoffe, es noch nach Monaten werden.

§. 19.

Man hat die Bequemlichkeit, diese Säulen gebrauchen zu können, nicht allein, wenn sie gerade stehen,

sondern auch, wenn sie geneigt sind, oder liegen, selbst, wenn sie in Wasser versenkt sind, wenn sie nur mit dem obern Ende aus demselben hervorstehen; sie könnten auch, wenn sie ganz in Wasser versenkt sind, noch einen Schlag geben, wenn sie aus noch mehreren Metallplatten bestünden, oder wenn mehrere solcher Säulen unter sich in Verbindung gesetzt würden, oder eine Unterbrechung Statt fände, die sich nach Belieben heben liesse; dadurch würden diese Säulen dem Zitteraal ziemlich nahe kommen. Um ihm im Aeufsern noch ähnlicher zu werden, könnte man sie durch biegsamen Metalldrath oder durch wurstförmige Federn unter einander verbinden, und ihrer ganzen Länge nach sie mit einer Haut überziehen, die sich in Kopf und Schwanz endigte.

§. 20.

Die Wirkungen, welche ein solcher Apparat von vierzig bis funfzig Plattenpaaren, (oder auch wenigern, wenn das eine Metall Silber oder Kupfer, das andere Zink ist) auf unsere Sinneswerkzeuge äufsert, schränkt sich nicht blofs auf Erschütterungen ein; der electriche Strom erregt bey so vielen und so unterschiedenen Leitern nicht blofs Zusammenziehungen und Krämpfe in den Muskeln, mehr oder minder starke Zuckungen in den Gliedern, die er durchströmt, sondern er reizt auch die Werkzeuge des Geschmacks, des Gesichts, des Gehörs und des Gefühls, und bringt darin Empfindungen hervor, die der Eigenheit des Sinnes entsprechen.

§. 21.

Nimmt man, was erstlich den Sinn des Gefühls betrifft, in die eine recht nasse Hand ein breites Metallblech so, daß sie dasselbe in einer recht grossen Fläche berührt; oder noch besser, steckt man die Hand recht tief in das Becken mit Wasser, was an der einen Seite meines Apparats (— Electro-moteur —) befindlich ist, und bringt so mit ihm eine recht gute Verbindung zu Stande; drückt man dann anderntheils die Stirne, ein Augenlid, die Spitze der Nase, oder sonst einen Theil, an dem die Oberhaut fein genug ist, nachdem man ihn gleichfalls feucht gemacht hat, gegen die Spitze eines Metalldraths, welcher mit dem andern Ende der Säule oder des Apparats in gehörige Verbindung gesetzt ist, so bemerkt man im Augenblicke an der berührten Stelle, und etwas darüber, einen Schlag und Stich, welche geschwind vorübergehen, aber so oft wiederkommen, als man den Kreislauf des electrischen Stroms unterbricht und wiederherstellt, so daß, wenn man dies oft wiederholt, endlich ein sehr unangenehmes Zittern und Kneipen erfolgt; hält aber die Verbindung ohne Unterbrechung an, so fühlt man für die nächsten Augenblicke nichts, nach diesen aber an dem Theil, der mit der Spitze des Drathes in Berührung ist, einen scharfen kochenden Schmerz, der sich genau auf die Berührungspunkte einschränkt, immer mehr zunimmt, und in kurzer Zeit unerträglich wird, wenn man den Kreislauf des electrischen Stroms nicht unterbricht.

§. 22.

Giebt es wohl einen deutlicheren Beweis dafür, daß der electrische Strom anhält, so lange die Leiter unter

sich in Verbindung bleiben, und daß er erst mit der Unterbrechung dieser aufgehoben wird? — Dieser unendliche Kreislauf des electrischen Stoffs mag widersinnig scheinen, kann unerklärlich seyn, aber er ist doch wahr und wirklich, und man greift ihn gleichsam mit Händen. Ein anderer klarer Beweis davon ist der, daß man bey diesen Versuchen oft im Augenblicke, wo man den Kreis schnell unterbricht, nach den Umständen einen Schlag, einen Stich, eine Erschütterung fühlt, ganz eben so, wie in dem Augenblicke, da man ihn schließt, nur mit dem Unterschiede, daß diese Empfindungen schwächer sind.

§. 23.

Ist dieser Schmerz schon stark genug in den Theilen, welche noch mit Haut bedeckt sind, so ist er es noch bey weitem mehr in solchen, welche davon entblößt sind, z. B. in frischen Wunden. Ist z. B. der Finger, den man in das äußerste Wasserbecken steckt, wund, oder hat er einen kleinen Schnitt, so ist der Schmerz, wenn man die andere Hand in das Wasserbecken der andern Seite taucht, so lebhaft, daß ich ihn nicht (selbst wenn der Apparat nur aus zwanzig Plattenpaaren bestand, kaum einige Sekunden) aushalten konnte, sondern vom Versuch ablassen mußte: auch sind die Empfindungen unter übrigens gleichen Umständen stärker, wenn der Theil, an welchem sie sich äußern, sich auf der Seite der Minus-Electricität befindet, so daß die Richtung des electrischen Stroms von innen nach außen geht.

§. 24.

In Hinsicht des Sinns des Geschmacks hatte ich schon sehr früh entdeckt, und bereits in den ersten Aufsätzen, in denen ich genöthigt war, Galvani's angebliche thierische Electricität zu bekämpfen, und sie für eine auswärtige Electricität, die durch gegenseitige Berührung heterogener Metalle erregt werde, zu erklären gezeigt, daß zwey Stücke solcher heterogener Metalle, und insbesondere, wenn das eine Zink und das andere Silber ist, gehörig angebracht, auf der Zunge einen sehr deutlichen Geschmack erregen; daß dieser Geschmack bestimmt sauer sey, wenn, indem die Spitze der Zunge gegen den Zink gekehrt ist, der electricische Strom gegen diesen stosse und in ihn eindringe, und daß sich ein anderer, zwar nicht so starker, aber unangenehmer scharfer, und dem laugenthaften nahekomender Geschmack zeige, wenn, bey umgekehrter Stellung der Metalle, der electricische Strom aus der Spitze der Zunge komme; daß diese Empfindungen mehrere Sekunden lang anhalten und sogar zunehmen, wenn beyde Metalle in wechselseitiger Berührung bleiben, und der leitende Kreis nirgends unterbrochen wird. Füge ich nun noch hinzu, daß sich genau dieselben Erscheinungen zutragen, wenn man statt eines einzelnen Paares solcher Metallplatten einen ganzen Haufen von mehreren auf die gehörige Art geordneten nimmt, und daß die Empfindungen mit der Anzahl solcher Paare etwas zunehmen, so habe ich beynahe alles gesagt. Besteht der Apparat aus dreyßig, vierzig oder mehreren dergleichen Plattenpaaren, so fühlt die Zunge nicht nur Geschmack, sondern auch im Augenblicke, da der Kreis geschlossen wird, einen Schlag, und einen mehr

oder minder schmerzhaften, vorübergehenden Stich, und noch einige Augenblicke nachher Geschmack, sogar, wenn die Geräthschaft aus noch mehreren Paaren von Metallplatten besteht, zum Theil oder in ihrem ganzen Umfange ein Zucken oder Zittern.

§. 25.

Ganz besonders zu diesem Erfolge aber müssen die nicht metallischen Leiter, wenn sie nicht selbst flüssig sind, mit Wasser oder einer andern noch besser leitenden Feuchtigkeit recht durchnässt seyn, und die gehörig nassen Oberflächen, mit welchen sie mit den metallischen Leitern in Berührung stehen, ziemlich breit seyn; nur da, wo man die electriche Wirkung recht concentrirt auf einen der empfindlichsten Theile, z. B. einen Nerven in den Sinneswerkzeugen leiten will, ist es nöthig, die Verbindung nur auf einige Berührungspunkte einzuschränken. Die beste Art, die erwähnten Empfindungen auf der Zunge hervorzubringen, wäre demnach, das Ende derselben an das (jedoch nicht zu) spitzige Ende einer Metallruthe zu halten, die man mit dem einen Ende des Apparats in Verbindung setzt, und durch die Hand, oder noch besser durch beyde eine gute Gemeinschaft mit dem andern Ende zu unterhalten. Man kann aber die Zunge entweder vorher, oder erst nachdem diese letzte Einrichtung getroffen ist, an die Metallruthe halten; im letzten Falle dünkt es mir, fühle man den Stich in der Zunge noch vor der Berührung, besonders, wenn man die Zungenspitze nach und nach daran bringt.

§. 26.

Was das Gesicht betrifft, von welchem ich auch schon vorher entdeckt hatte, daß ein schwacher electrischer Strom, der aus der gegenseitigen Berührung zweyer unterschiedener Metalle, namentlich besonders eines Stücks Silber und eines von Zink, hervorgeht, darauf wirke, so hatte ich zu erwarten, daß die Empfindung des Lichts, welche dieser neue Apparat erregt, desto stärker seyn würde, je mehrere Metallplatten derselbe enthielte; ich verwunderte mich daher, daß der Funken, den ich von zehn, zwanzig, dreyßig und mehreren Paaren von Metallplatten erhielt, weder länger noch breiter, noch lebhafter war, als wenn ich mich eines einzelnen Paares bediente; inzwischen bringt ein solcher Apparat diese Empfindung eines schwachen und vorübergehenden Lichtes leichter und auf mehrere Arten. Wirklich giebt es, wenn man mit einem Paare Metallplatten auskommen will, bey nahe weiter keine Arten, den Versuch anzustellen, als entweder, daß man eine Metallplatte an den Augapfel selbst, oder nachdem es vorher gut angefeuchtet ist, an das Augenlid bringt, und sie darauf mit der andern in Berührung setzt, die man an das andere Auge oder im Munde hält, oder auch, daß man dieses zweyte Stück Metall mit der Hand, die recht feucht ist, fest hält, und dasselbe mit der ersten Metallplatte am Augapfel oder Augenlid zusammenbringt; oder, daß man beyde Metallstücken mit gewissen Stellen im Innern des Mundes, und darauf mit einander, in Berührung bringt. Hat man hingegen eine Reihe von zwanzig, dreyßig und mehr Paaren solcher Metallplatten, so erhält man das gleiche Leuchten, wenn man, indem man sich vermittelst der Hand mit

dem anderen Ende des Apparats in gehörige Verbindung setzt, und an die Spitze eines Metallblechs oder einer Metallruthe, die mit dem einen Ende in Verbindung ist, das Auge oder irgend einen Theil des Mundes, auch wenn man die Stirne, die Nase, die Wangen, die Lippen, das Kinn, sogar wenn man die Kehle daran bringt; mit einem Worte, welchen Theil des Gesichts man will, wenn er nur zuvor angefeuchtet ist. Doch ist die Gestalt und Stärke dieses Lichts nach den Stellen, auf welche man den electrischen Strom richtet, ein wenig verschieden; richtet man ihn z. B. auf die Stirn, so ist das Licht nicht sonderlich lebhaft, und gleicht einem leuchtenden Kreise.

§. 27.

Die seltsamste unter allen diesen Erscheinungen aber ist, wenn man das Metallblech fest zwischen den Lippen, und die Spitze der Zunge daran hält; vollendet man nachher den Kreis des electrischen Stroms gehörig, und ist der Apparat in guter Ordnung und groß, der electrische Strom daher stark genug und in gutem Zuge, so hat man eine Empfindung von Licht in den Augen, eine Zuckung in den Lippen und selbst in der Zunge, ein schmerzhaftes Stechen an ihrer Spitze, und zuletzt noch Geschmack.

§. 28.

Ich komme auf den Sinn des Gehörs. Mit bloß zwey Metallplatten, wenn ich auch solche wählte, die mit einander die größte Wirksamkeit zu geben pflegten, nemlich mit einer von Silber oder Gold und der andern von Zink, hatte ich bisher auf denselben vergebens zu

wirken gesucht; mit meinem neuen Apparat aus dreissig bis vierzig solcher Metallplatten aber gelang es mir völlig. Ich brachte eine Zeitlang vor dem Versuch in jedes Ohr eine Art metallischer Sonde oder Ruthe mit abgerundetem Ende, und setzte sie nachher mit den beyden Enden des Apparats in unmittelbare Verbindung: im Augenblick der Verbindung bekam ich eine Erschütterung im Kopfe, und einige Augenblicke darauf, während alles in seinem einmaligen Zustande blieb, fing ich an in den Ohren einen Schall oder vielmehr ein Geräusch zu hören, das sich nicht wohl näher bestimmen läßt; es war eine Art von Knistern, wie wenn ein zäher Teig kocht: dieses Geräusch hielt, ohne weder ab- noch zuzunehmen, an, so lange die Verbindung blieb, wie sie war: das Unangenehme dieser Empfindung aber und die Gefahr, die ich mir von der Erschütterung des Gehirns einbildete, machten, daß ich diesen Versuch nicht mehrmals wiederholte.

§. 29.

Noch ist der Sinn des Geruchs übrig, auf welchen ich bisher ohne Erfolg zu wirken gesucht habe; der electriche Stoff, der, wenn er in einem vollkommenen Kreise von Leitern in Bewegung gesetzt wird, in den Gliedern und Theilen lebendiger Körper, welche sich in diesem Kreise befinden, Wirkungen hervorbringt, und, indem er die Organe oder Nerven des Gefühls, des Geschmacks, des Gesichts und des Gehörs auf besondere Weise reizt, und darinn Empfindungen erregt, welche jedem dieser Sinneswerkzeuge angemessen sind, bringt im Innern der Nase nur ein mehr oder weniger schmerzhaftes Kneipen, und, je nachdem der Strom stärker

oder schwächer ist, weiter oder minder weit sich verbreitende Erschütterungen hervor. Warum erregt er denn also, da er doch die Nerven dieses Sinneswerkzeuges reizt, keinen Geruch? — Man kann nicht sagen, daß der electriche Stoff an sich selbst nicht dazu geeignet sey, Empfindungen des Geruchs zu erregen, da er, wenn er sich bey gewöhnlichen Electrisirmaschinen in Gestalt von Büscheln in der Luft verbreitet, einen sehr ausgezeichneten, dem Geruch des Phosphors nahe kommenden Geruch verbreitet. Nach der Analogie mit anderen riechenden Stoffen würde ich also glauben, daß er gerade der Luft bedarf, in welcher er sich verbreitet, um Geruch zu erregen, und wie andere Ausflüsse, diesen Leiter nöthig hat; dies findet aber bey dem electricen Strom in einer Reihe von Leitern, welche dicht und ununterbrochen an einander stoßen, nicht Statt.

§. 30.

Diese sämtlichen Beobachtungen eröffnen ein weites Feld von Thatsachen und Aussichten, die für den Anatomen, den Physiologen und den Arzt von Wichtigkeit werden können.

§. 31.

Man weiß aus der Zergliederung des Krampfrochens und des Zitteraals, daß ihr electriche Organ aus mehreren häutigen Säulen besteht, die von einem Ende zum andern mit einer großen Menge dicht auf einander liegender oder durch irgend eine Feuchtigkeit von einander getrennter, sehr dünner Scheiben oder Häutchen angefüllt sind. Nun läßt sich annehmen, daß keine von diesen Scheiben isolirt, wie Glas, Harz, Seide und

dergleichen, noch weniger, daß sie sich durch Reiben electrificiren, oder wie kleine Electrophore geladen werden können, auch nicht, wie sich Nicholson vorstellt, daß sie so schlecht leiten, daß sie die Stelle eines guten und dauerhaften Condensators vertreten könnten. Es giebt, Fett und einige ölige Flüssigkeiten ausgenommen, keinen lebendigen oder frischen thierischen Stoff, der die electrische Flüssigkeit nicht besser leiten sollte, als Wasser; aber weder diese Flüssigkeiten, noch Fett, vollends, wenn es halb oder ganz flüssig ist, wie es sich im lebenden Thiere findet, kann wie isolirende Platten, eine electrische Ladung bekommen und behalten; auch sind die Häutchen und Flüssigkeiten in dem Organ des Krampfrochen nicht fett oder ölig. So kann also dieses Organ, da es bloß aus leitenden Stoffen besteht, weder mit dem Electrophor, noch mit der Leidner Flasche, noch mit irgend einer Maschine, in welcher durch Reibung oder auf anderen Wegen isolirende Körper electrificirt werden, verglichen werden. Wohl aber mit demjenigen Apparat, den ich nach einem neuen, vor etlichen Jahren von mir erfundenen und nun bestätigten Grundsatz, in dieser Abhandlung vorgeschlagen habe, oder mit dem künstlichen electrischen Organ.“

Es ist nicht ohne Interesse, wie Volta in der vorhergehenden Abhandlung zwey Extreme einander entgegnet, und auf die Identität des Principis ihrer Wirkung dringt: seine aus bloß anorganischen Substanzen bestehende Säule, und das bloß aus thierischen Substan-

zen zusammengesetzte electriche Organ des Krampffisches u. s. w. Wirklich überhob er sich damit aller namentlichen Aufführung des Vielen, was nur irgend, selbst nach seinen eigenen älteren Beobachtungen, zwischen beyde fallen muß.

Es sind, vorerst aus der anorganischen Natur, nicht bloß die Metalle, welche mit Wasser und wässriger Flüssigkeit wirksame Ketten geben, und sich demnach eben so in Säulen, oder, was noch immer der taugliche Nahme für jede Vereinigung mehrerer sogenannter einfachen Galvanischen Ketten zu Einer ist, zu Galvanischen Batterien, verbinden lassen. Er selbst fand am ersten eine bey weitem von ihnen verschiedene Substanz sich eben so verhalten, wie Metall: die Kohle; und durch seine wie durch die Bemühungen anderer sind eine Menge übriger bisher nachgefolgt, die unter sich schicklich, zwey zu zwey, oder im Conflict mit Metallen, eins mit von diesen einem, bey der Hinzukunft wässriger Flüssigkeit, der Art nach ganz dasselbe leisten, wie Metalle allein und Wasser. Reifsbley; Schwefelkies; Kupferkies, der natürliche wie der künstliche (oder das Product der Versuche über die Leuchterscheinungen, welche Kupfer und Schwefel ohne Zutritt der atmosphärischen Luft bey einem gewissen Wärme-grad zeigen); Arsenikkies, der natürliche wie künstliche; Kupfernickel; Eisenkies, natürlicher unmagnetischer wie künstlicher und magnetischer; Glanzkobalt; Zinngraupen; Bleyglanz; Schwarz- und Graubraunsteinerz; Magneteisenstein; Phosphoreisen; Phosphorzinn; mehrere kohlenhaltige Fossilien. Alle diese Körper leiten die Electricität, und da

bey festen Leitern bloße Heterogeneität nöthig ist, um in der Galvanischen Kette zu Excitatoren zu werden, so habe ich überhaupt daran gedacht, nur die Zahl solcher Leiter zu vergrößern, um zugleich die Sphäre fähiger Excitatoren erweitert zu haben.

Alle bisherige Klage darüber, daß es leider doch noch einige Medien gebe, die recht gute Leiter der Electricität wären und dennoch im Galvanismus isolirten, löst sich, wie ich in der Folge durch die allerentscheidendsten Versuche werde zeigen können, zuletzt nur darin auf, daß man bey electrischen Leitungsversuchen die Quantität von Electricität, mit welcher man den Versuch anstellte, dem electrischen Moment nach, beständig sehr groß nahm, während die Electricität, die man bey rechter Ueberlegung im Galvanischen Versuch voraussetzen hatte, beständig in den entgegengesetzten Fehler verfiel, das ist, von zu geringer Intensität war. Die Folge wird lehren, daß jeder ein und derselbige Körper die nemliche Electricität, dem electrischen Grade nach, in der Galvanischen Kette und Batterie, oder auf jedem andern Wege entsprungen und ihn dargeboten, alles übrige gleich gesetzt, ganz genau in ein und demselbigen Grade leite oder nicht leite; ein Satz, der von Wichtigkeit seyn wird, wenn sich zeigen wird, daß in der Galvanischen Kette als solcher alles, was für feste Körper zu leiten, Electricität und nichts weiter, dieselbe Electricität, die uns schon so lange bekannt ist, sey und bleibe. Eine äußerst kleine Electricität mit äußerst großer Geschwindigkeit ist, Moment für Moment, der Gehalt jeder guten Galvanischen Kette; wo jene da, diese aber verwehrt ist, ist in demselbigen Grade auch die Galvanische Wirkung

verwehrt, und so umgekehrt, wie die Geschwindigkeit erlaubt ist, ist auch die Galvanische Wirkung vermehrt.

Ich anticipire das hier nur, um das Verfahren einigermaßen verständlich zu machen, dessen ich mich bey der Aufsuchung und Bestimmung derjenigen Körper bediente, die Leiter von solcher Güte wären, daß sie sich für wirksame Excitatoren des Galvanismus erklären ließen. Ich wandte dazu nemlich selbst eine Galvanische Batterie, oder eine solche Säule Galvanischer Körperdreyheiten an, wie sie *Volta* in seiner Abhandlung §. 3. u. f. beschreibt. Ist man selbst Glied in der Verbindung der beyden Enden einer solchen Säule, so bekommt man den Schlag nur, insofern man selbst Leiter ist; die Hände oder überhaupt die Theile des Körpers, an welchen er mit dem übrigen leitenden Kreis in Verbindung kommt, müssen wieder gehörig feucht seyn, damit sie nicht der Oberhaut wegen, die im trocknen Zustande dies thut, isoliren, u. s. w. Man bekommt den Schlag nicht, sobald die geringste Unterbrechung durch einen Isolator Statt hat, nicht z. B., wenn man in die eine Hand Statt des Blechs, des Draths, womit man den Kreis schliessen soll, eine Stange Glas, eine Stange Siegelack nimmt u. s. w. Man wird ihn wieder bekommen, wenn man sie wieder mit dem Blech oder dem Drath vertauscht. Man sagt, das Blech, der Drath leitet, das Glas, das Siegelack isolirt. Noch mehr: wenn ich an das eine leitende Ende der Säule oder Batterie ein Stück Metall *A* lege, und dies Metall mit einem Blech oder Drath berühre, was ich in meiner Hand halte, und damit schliesse, so bekomme ich ebenfalls einen Schlag; ich bekomme keinen, wenn ich das Stück

Metall weggenommen, dafür ein Stück Siegelack *A* hingelegt habe, und dies nun mit einem Blech oder Drath berühre. Auch hier sage ich, das Metall hat geleitet, das Glas aber isolirt. Jeden Körper also, der mir, wenn ich ihn in feuchter Hand halte, und, bey sonstiger Gewissheit guter Leitung, bey der Schließung des Kreises, wie man sich ausdrückt, den Schlag durchläßt, nenne ich Leiter, und so ebenfalls einen jeden, der an der Stelle von *A* in der letzten Anstellungsart des Versuchs ihn nicht verwehrt. Ich kann hierbey den Schlag, den ich bekomme, wenn, bey übrigens ganz gleichen Umständen, irgend ein Metall, z. B. Eisen, der versuchte Körper ist, zur Einheit annehmen, und damit jeden andern bey Prüfung anderer Körper erhalten, vergleichen, und ich komme auf die leichteste Weise dazu, den Grad der guten Leitung eines Leiters wieder mit einer Bestimmtheit anzugeben, die in vieler Hinsicht übrig hinreichend ist.

Dies war die Methode, deren ich mich bey der Untersuchung einer Menge Körper bediente. Ich habe dieselbe mit dem Herrn Kammerrath von Schlotheim in Gotha zugleich vorgenommen, und wir sind sicher, wenigstens den bey weiten größten Theil der bis jetzt bekannten und benannten Arten von Mineralien zu unserer Disposition gehabt zu haben, indem wir außer der vorzüglich in reichen Erzen sehr vollständigen Herzoglichen Kunstkammer daselbst, deren Benutzung wir der besondern gnädigen Erlaubniß Sr. Durchlaucht des regierenden Herzogs zu G. selbst verdanken, auf der andern Seite noch Herrn von Schlotheim's eignes Kabinet zur freyesten Untersuchung hatten, das wie bekannt, in allem Seltneren und ganz be-

sonders in Erd- und Steinarten eines der besetztesten ist, was es giebt. Herr von Schlotheim, der seine Aufmerksamkeit noch ganz besonders jederzeit in mineralogischer Hinsicht dabey hatte, hat bey dieser Gelegenheit eine Menge interessanter und wichtiger Beobachtungen gemacht, die ich aber hier übergangen kann, weil er sie dem Publicum an einem andern Orte selbst mittheilen wird. Ich bleibe hier zunächst bey der simplen Anführung der Körper, die wir außer den schon dafür bekannten und bey unsern Versuchen durchaus darinn bestätigten, noch als mehr oder minder gute Leiter *) in der Kette der Galvanischen Batterie entdeckten, als:

Sämmtliche Metalle, wie sie im gediegenen Zustande in der Natur vorkommen: Gediagen Eisen; Gold; Quecksilber; Platina; Wismuth; Spiesglanz; Kupfer; Kobalt; und dergleichen. — Alle natürliche Verbindungen gediegener Metalle unter einander: Natürliches Amalgama; Spiesglanzsilber; Guldisches Silber; Gediagen Tellur; Schrifterz; Gelberz und dergleichen. — Blättriges Graugolderz. — Alle mögliche Abänderungen von Schwefelkies, als Haarkies; Strahlkies; magnetischer Eisenkies; Leber- oder Wasserkies; Schwefelkiesmarkasit. — Alle reine

*) Die sehr große Liste der von uns als Isolatoren der Galvanischen Kette, bestimmt aufgefundenen Körper, wird Hr. v. Schl. a. a. O. mittheilen, da sie verglichen mit der der Leiter manchen wichtigen Gesichtspunkt darbietet. Hier interessiren bloß die Leiter.

Glaserze, mehr oder weniger; nicht, sobald sie in sprödes Glaserz übergehen, oder sprödes Glaserz selbst, welches jederzeit isolirt. — Die Glaserze, die in Silberschwärze übergehen, und die Silberschwärze selbst. — Alles Rothgültigerz, mehr oder minder gut. — Alle Fahlerze, bis auf wenige, z. B. vom Harz und andere, die mehr oder weniger dem Weißgültigerz nahe kommen, oder es wirklich sind, und nur für Fahlerz gehalten wurden. Weißgültigerz isolirt jederzeit. — Buntkupfererz. — Kupferglanz aller Art. — Graukupfererz, schwach. — Schwarzer Eisenstein. Brauner isolirt. — Eisenglanz von der Insel Elba und einigen anderen Orten, mehr oder minder stark; von etlichen Orten isolirt er. — Schwarzeisenerz. — Magnetischer Eisenstein, doch nicht aller; auch in keinem Verhältniß mit seiner magnetischen Kraft. Die Krystallen aber leiteten beständig. — Bleyschweif, schwach. — Speiskobalt, weißer und grauer. — Glanzkobalt von allen Arten. — Wismuthglanz. — Schwarze Blende. — Zinnstein, alle Arten. — Wasserbley, schwach. — Kohlenblende (Anthrakolit); — Oisanit oder octaedrischer Schörl aus der Dauphiné. —

Die Versuche über diese Substanzen sind mit Galvanischen Batterien angestellt, die nicht über 150 Plattenpaare (Zink und Kupfer) gingen. Bey solchen, wo schwache Leitung angegeben ist, war es oft der Fall, daß sie bey 50 bis 80 Plattenpaaren keinen Schlag erlaubten, sondern erst bey mehreren; bey diesen that es dann auch schon etwas, ob eine lange Strecke ihrer Masse in der Kette war, oder nur eine kurze. Im er-

sten Fall war dieser Schlag gewöhnlich merklich bedeutender, ja bisweilen trat er hier erst ein. Der Oisanit hingegen gehörte gar nicht unter die schlechten Leiter, was um so auffallender war, da er die einzige Ausnahme von einer Regel machte, die für alle aufgefundenen Leiter galt, nemlich, daß er nicht, wie sie alle, völlig undurchsichtig, sondern im Gegentheil ziemlich durchscheinend ist. Wir haben durch keine Loupe etwas Eingesprengtes in dem sonst äußerst schönen Krystall finden können; nur das haben wir bemerkt, daß er an einigen Stellen vorzugsweise leitete, und daß das solche waren, wo die Fläche, an die wir den Zuleiter brachten, frischer als anderswo, zu seyn schien *). Wir wußten, daß neuerdings noch von Arnim gegen Haüy bewiesen zu haben glaubte, daß der Oisanit die Electricität schlechterdings nicht leite; demohngeachtet können wir, aus unzähligen Versuchen mit unserer Batterie darüber, das Gegentheil nicht verleugnen. Auch in der einfachen Galvanischen Kette hat er uns vortreffliche Wirkung gethan, und zwar hat er mit Zink stär-

*) Es ist uns überhaupt im Anfang sehr oft so gegangen, daß wir bey Körpern, die schon ausgemacht gut geleitet hatten, auf einmal unversehens wieder nichts von Leitung fanden. Beständig fand sich dann bey genauer Untersuchung die Oberfläche an solchen Stellen oder Stücken mehr oder wenig blind oder durch die Luft verändert (oxydirt), und wir haben daher in keinem Fall nachher mehr einen Körper als Isolator angemerkt, wenn wir nicht zuvor uns einen frischen Bruch oder sonst auf eine Art einige offene Stellen an den besten Orten verschafft und hier nichts gefunden hatten. Aber oft fanden wir auch wirklich so etwas.

kere Zuckungen in präparirten Froschmuskeln als Gold, Kohle, ein Erz, Reißbley, ja wie es schien, selbst als Braunstein, gegeben; welches dem chemischen Analysten wichtige Winke über seine chemische Natur zum voraus ertheilen kann, und wenigstens sehr viel Oxyd irgend eines sehr oxydirbaren Metalls, es sey das Chromium oder ein anderes, in ihm höchst wahrscheinlich macht. *)

Nebenbey hat es uns während diesen Versuchen geschienen, daß es eine äußerst belehrende, und die fruchtbarsten Beziehungen entdeckungsfähige, Untersuchung, seyn müßte, durch eine Reihe ernstlicher Versuche, — zu unsern oben trieb mich anfangs mehr bloße Neugierde — das Mehr oder Weniger des electrischen Leitungs- oder Isolationsvermögens, einmal für alle möglichen festen Körper des Mineralreichs schlechthin zu bestimmen. Was bisher der Galvanismus sammt unsern letzten Versuchen gab, haben wir sehr bald für einen bloßen Anfang dazu eingestehen, nichts desto weniger aber gerade für den interessantesten, und mit Electrici-

*) Ueber Erwarten früh ist diese Vermuthung schon bestätigt worden. Das Obige ist bereits gedruckt, als ich in der *Decade philosophique* An X. 3me Trimestre. No. 21. p. 133. die Nachricht finde, daß Vauquelin den Oisanit, den man sonst auch Anatase zu nennen pflegt, untersucht, und ihn für krystallisirtes Titanoxyd erkannt habe. Da indess die Gestalt des Oisanits von der des *Oxide de titane natif* beträchtlich abweicht, so vermuthet V., daß in ihm das Titanoxyd noch mit einer andern Substanz verbunden sey, die jene Krystallform störe, und die er sich nächstens gleichfalls aufzusuchen schon vorgesetzt hat.

tät auf den gewöhnlichen Wegen am schwersten zu vermittelnden, ansehen müssen. Alle als Leiter des Galvanismus gefundene Körper entladen eine beständig zum selbigen Grade geladene Leidner Flasche unter übrigens gleichen Umständen vollkommen, und so, daß man in dem Phänomen der Entladung der Lebhaftigkeit des Funkens z. B., sehr bald nicht mehr im Stande ist, Unterschiede deutlich aufzufinden, während in der Kette der Galvanischen Batterie diese Unterschiede schon längst hervorgetreten sind, und fortfahren, deutlich und deutlicher zu werden, wo bey der Entladung einer Flasche z. B. schon schlechterdings keiner mehr anzutreffen ist. So daß der Galvanismus gerade das geschickteste ist, die Unterschiede des Leitungsvermögens der Leiter zu fixiren, welche die besten sind, und diese Scale von ihm durchlaufen wird, er anfängt, fast schon Isolation anzugeben, wo die Flasche immer noch fortfährt, mit einem Funken sich durch sie zu entladen, der zwar merklich, aber doch bey weitem nicht so gar sehr an Lebhaftigkeit dem nachsteht, der bey der Entladung durch einen der besten Leiter erscheint *).

*) So z. B. das Pecherz, was Haüy als Leiter angiebt, und was auch wirklich, wie wir oft erfuhren, eine Leidner Flasche noch mit gutem Funken, Schlag, u. s. w. entladet; aber in der Kette unserer Batterie isolirte es schon. (Das Rothbleyerz aber, was nach Haüy ebenfalls leiten sollte, bleibt selbst hinter dem Pecherz ganz zurück, und es ist mir an keinem Exemplar gelungen, eine merkliche Leitung im Entladen einer Leidner Flasche anzutreffen, ob ich gleich mit den reinsten, schönsten und besten Stücken experimentiren konnte.) —

Diente also für die bessern Leiter die Galvanische Kette und Batterie am besten zu Erkennung und Festsetzung der Leitungsunterschiede, so wird für die minder guten erst die Leidner Flasche Mittel werden, und für die noch schlechteren darf man nur die Ladung auf einen bestimmten Grad erhöhen, und eben so vergleichende Versuche fortfahrend anstellen, oder nach und nach zu immer größern Flaschen, zu Batterieen u. s. w., schreiten.

Ich bin überrascht gewesen von der Bestimmtheit, mit der man hier die Körper nach und nach steigen sieht, und gewifs ist dies der einzige Weg, auf dem man einst dazu kommen wird, unsere gewöhnliche Scale von — Leitern, Halbleitern, Nichtleitern — in eine andere zu verwandeln, wo man nicht mehr nach Klassen unterscheidet, die es in der Natur nicht, nur in der Willkühr, giebt, sondern alle Körper Eine Reihe bilden, die, wie ich noch jederzeit erfahren habe, mit Eisen, als dem ausgemacht besten irdischen Leiter der Electricität, anfängt, in unzähligen Nuancen zuerst durch die sämtlichen andern Metalle, dann durch alle übrigen oben angeführten Leiter in der Galvanischen Kette hindurch in diejenigen Körper übergeht, die in der Galvanischen Kette nicht mehr merklich leiten, wohl aber den Schlag einer Leidner Flasche noch durchlassen, diesen dann auch immer weniger und weniger durchlassen, bis sie endlich auch dazu eine stärkere Ladung derselben erfordern, endlich bey gleicher Ladung größere Flaschen, bey diesen wieder stärkere Ladung, und zuletzt mehrere solche Flaschen zugleich und ganze Batterieen erfordern, um nur noch etwas und ganz zuletzt auch hier nichts mehr zu geben, und so wieder neue Mittel

nöthig machen, die den immer höhern Grad der Isolation in immer größeren und größeren Zahlen angeben, bis zuletzt ein Körper auftritt, der alle andern an Halsstarrigkeit übertrifft, und als bester Isolator gewiß nicht ohne Grund ein höchst merkwürdiges Gegenstück zum Eisen, als besten Leiter jetzt schon anerkannt, giebt.

Es ist außer Zweifel, daß der Mineralog wie der Erdgeschichtsforscher an dieser Reihe einen bleibenden Halt bekäme, an dem er irgend ein allgemeines Princip oder Leitfaden seiner Art beständig abgeglichen finden würde, was in seiner Sprache zwar anders auszudrücken, zuletzt doch aber jener immer wieder synonym wäre. Man darf daher wünschen, daß die Anstalt dazu, nach solchen Aussichten, recht bald, aber auch sicher genug, getroffen werde. *) —

*) Merkwürdig ist, daß das Eisen als bester electrischer Leiter auch derjenige Körper ist, der unter allen am stärksten vom Magnet gezogen wird. Ich weiß nicht, ob ich daran erinnern darf, daß das Eisen auch von der Electricität am stärksten angezogen wird. Schon Nollet sagt in seinen *Leçons de physique experimentale*. T. VI., einem Werk, wo es gewiß nicht zuerst steht, (vergl. des Hrn. Abt Nollet physikal. Lehrstunden. A. d. Franz. 2te Auflage. Th. VI. Erfurth. 1766. 8. Vorlesung XXI. Erfahrung XI. S. 378,) unter andern: „Man muß ferner noch darauf Aufmerksamkeit anwenden, daß die Körper, welche am lebhaftesten angezogen und zurückgestoßen werden, eben diejenigen sind, so sich durch die Mittheilung am besten electrisch machen lassen, u. s. w.“ Es ist dies aber höchst natürlich, denn wie der Magnet nur die Körper in sofern anzieht, als er sie in dem

Hat man ferner an reinen Exemplaren das electrische Leitungsvermögen dieser und jener Mineralkörper bestimmt, so wird es unter andern leicht, diese Bestimmung in schwierigen Fällen zur Unterscheidung von Mineralien anzuwenden, die der äußere Schein fast für dieselben erklärte, ohne daß sie es wirklich sind. Hier kann dies zuweilen wesentliche Dienste leisten. Ich führe einige Beyspiele an, die uns selbst begegnet sind. Wir stießen bey der Revision einer Menge Weißgültigerze und Fahlerze auf Stücken, die dem äußern nach es durchaus zweifelhaft ließen, ob sie eins oder das andere waren. Wir brachten sie in die Galvanische Kette: sie leiteten. Es war also kein Weißgültigerz, sondern Fahlerz. Ein anderes Exemplar leitete nicht: so war

Augenblick selbst zu Magneten machen kann, eben so die Electricität oder ein electrischer Körper; d. i., die Leichtigkeit von einem oder dem andern gezogen zu werden, beruht auf der Leichtigkeit, mit der der anzuziehende Körper der Electricität oder dem Magnetismus des anziehenden die electrischen oder magnetischen Pole aus sich selbst hergeben kann, die jener fordert, welches aber zugleich das Geheimniß der ganzen Leitung beyder selbst ist. — Körper werden demnach vom Magnet gezogen werden im geraden Verhältniß ihrer (magnetischen) Leitungskraft, und da Electricität wie Magnetismus im Eisen ihren besten Leiter finden, so ist ferner höchst wahrscheinlich, daß Coulomb's neueste (eigentlich durch ihn nur von neuem wieder gemachte) Entdeckung der Anziehbarkeit aller Körper durch den Magnet (s. Decade philos. An. X. 3me Trimestre. No. 21.) bald durch eine zweyte vermehrt werden werde, mit der, daß auch der Magnet die Körper ziehe im geraden Verhältniß ihrer electrischen Leitungsfähigkeit, oder, daß die Anziehungen der Körper durch Electricität wie Magnetismus, ihrem Mehr oder

es nicht Fahlerz, sondern Weißgültigerz. Die nachherige genauere Prüfung bestätigte diese Aussage. Wieder fand sich ein Exemplar, das selbst Kenner für Wolfram erklärt hatten. Aber Wolfram leitet nicht, unser Exemplar hingegen leitete. Nachher unterschied es sich auch dem Strich nach von ihm. Und noch verschiedene solche Fälle kamen uns vor. Zeigte oft ein Stück, was der Regel nach durchaus nicht leiten sollte, schnell an einigen Stellen Leitung, und wir untersuchten diese nachher mit der Loupe oder sonst: sicher fand sich dann die Einsprengung einer Substanz, der Leitung ausdrücklich zugehört. Man kann auf diese Art die feinsten Einsprengungen, Verwachsungen, Anflüge, und dergleichen, entdecken. Es entstehen ordentliche Analysen eigner Art hierdurch, und der Vortheil ist, daß das Mineral, sey es das kostbarste, hierbey auch im geringsten anders nicht, als höchstens aus Unvorsichtigkeit des Experimentators nöthig hat, verletzt zu werden. Eben so erfuhren wir im Augenblick, ob an großen Stücken, an welchen eine leitende Substanz mehrmals und wie es schien, getrennt,

Weniger nach, Ein Gesetz befolgen. Von der ferneren Organisation dieser zugleich electrischen und magnetischen Anziehungsreihe zu einer andern, in welcher sie sich nach einem längst bewährten Gesetz in eine Scale aufschlägt, wo das Maximum der Leitung in die Mitte fällt, und sich zu beyden Seiten mit der Entfernung von der Mitte immer mehr in Isolation und an den äußersten Grenzen in höchster Isolation verliert, — und von den übrigen höchst merkwürdigen Eigenschaften dieser Reihe, wie von der Art und den Folgen ihrer Realisirungen in der Natur, — zu anderer Zeit. —

vorkam, diese scheinbar getrennten Stellen innerhalb des Gesteins u. s. w. durch eine Fortsetzung der eignen Masse continuirlich zusammenhängen oder nicht; kurz, zum Zeichnen wußten wir oft die innere Structur des verwickeltesten Exemplars. Ich sollte denken, daß selbst der Bergmann eine nützliche Anwendung im Großen hiervon machen könnte. —

— Ich kehre nach dieser Abweichung wieder zurück dahin, wo wir stehen blieben. Ich wollte bloß die Menge fester Körper anführen, die zur Construction Galvanischer Ketten und Batterien, ihrer Natur nach eben so geschickt seyn würden, als bloße Metalle. Nur die äußere Bequemlichkeit in der Anwendung kann der Grund davon seyn, daß man diesem oder jenem Leiter einen Vorzug vor dem andern giebt. Es ist nichts Specificisches, was gewissen Körpern eine ausschließliche Geschicklichkeit zu Galvanischer Excitation ertheilt. Es ist im Gegentheil etwas sehr allgemeines, und die ganze Gestalt des Vorigen hatte keinen andern Zweck, als diese Absicht bey einigen Lesern, die es gern sähen, gleichsam unbemerkt zu begründen.

Aber es ist ferner eben nicht nöthig, daß eben zwey feste Leiter durch ihren Conflict das Element des Galvanischen Wirkungsgrundes ausmachen. Jeder eine derselben im Conflict mit einem flüssigen, der Leiter genug ist, um der Electricität, die sich in seinem Berührungspunkt mit jenem für ihn erzeugen könnte, mehr oder minder freyen Uebergang bis zu seinen übrigen Grenzen zu erlauben, ist der Art nach eben so geschickt dazu, und soviel solche flüssige Körper es giebt, so viel Galvanische Excitatoren wird es ferner geben. Auch hierzu eröffnete Volta das Feld

zuerst. Der Brief an Gren im dritten Stück dieser Beyträge, worin seine Versuche darüber angegeben sind, war bereits 1797 geschrieben, und die Versuche selbst sind zum Theil 3 bis 4 Jahr älter. Man sehe, was er in §. 1. 22 — 48. sagt. Das Resultat ist mit einem Wort kein anderes, als: daß jede vom Wasser verschiedene, nur dessen mehr oder minder enthaltende, anorgische wie organische Flüssigkeit mit einem festen Leiter, und Wasser, als dem dritten Körper, Galvanische Wirksamkeit in größerem oder geringerem Grade hervorbringt. Ein schickliches Verfahren wird diese Art Körperdreyheit eben so gut und so viel Mal nehmen, und in Eine Kette vereinigen können, wie jede der erstern Art. Es war nichts weniger, als schwer, dies sogleich vorauszusehen, und ich habe es bereits in einem meiner frühesten Gelegenheitsaufsätze (s. Gilbert's Annalen der Physik. B. VII. St. 4. S. 439 — 441.) vorausgesagt, und die neuesten Versuche guter Experimentatoren haben es bestätigt; ja selbst die nähere Bestimmung der Pole, die ich späterhin (a. a. O. B. IX. St. 2. S. 261 — 262.) dem zu Folge, was die einfache Galvanische Kette lehrte, gab, ist zugetroffen. (S. Davy in Nicholson's Journ. of nat. phil. 1802. January. — Früher noch hat D. Buch gleiche Versuche angestellt, die indess noch nicht gedruckt sind.) —

Außerdem hat wiederum Volta die Verbindung einer dritten Art Körper zu wirksamen Galvanischen Ketten, und zuerst, unter ein gleiches Princip mit allen andern gebracht: die Ketten aus bloßs thierischen Substanzen, deren Realität bereits Galvani selbst entdeckte. Man sehe Volta's Briefe an

Gren, §. 48 — 53. Zugleich kommen hier schon Fälle vor, wo thierische Substanzen nur den größten Theil der Kette ausmachen, und der andere Theil aus der anorganischen Natur, doch so, genommen ist, daß die thierischen Theile in jeder Hinsicht zu activem Antheil an der Begründung der Kettenwirkung gezwungen sind. Doch ich bleibe bey der ersten stehen, um so mehr, da ich noch vor kurzem in den Bemerkungen über den Galvanismus im Thierreich im dritten Stück der Beytr. die durchgängige Identität dieser Art Ketten mit jeder andern Galvanischen, ihrem Princip und seinem Wirkungsproduct nach, ziemlich scharf wider alle Einwürfe dagegen festgestellt zu haben glaube. Auch Kettengrundlagen dieser Art müssen in jeder Zahl sich eben so zu Einer Verbindung vereinigen lassen, wie jede andere, und wer wollte zweifeln daran, daß man, nur mit etwas Geduld..., sie leicht bis zu eben dem Grade von bedeutender Wirkungsstärke vergrößern könnte, den uns Volta zuerst an Metallbatterien vorgelegt hat. Er kann hieran selbst am wenigsten zweifeln, da ihm das electrische Organ des Krampffisches schon ein solches Kunststück, von der Natur selbst ausgeführt, ist. Auch wird, wie die Zeit nach und nach alles vollständig macht, auch auf dem Wege der Absicht sicher noch wirklich gemacht, was die Natur bereits auf dem der Nothwendigkeit that, und irgend ein sinniger Experimentator sehr davon erfreut seyn. Einem solchen möchten schon Versuche darüber nicht uninteressant seyn, mit dem Krampffisch z. B. wirklich einmal alle die Erfolge ebenfalls nachzuahmen, welche Metalle, oder jede andere Art von Galvanischen Batterien geben, als da sind die mannichfachen electroscopischen, die so anziehen-

den physiologischen *), und die zur beliebigen Auswahl so geschickte Summe der späterhin an der Galvanischen Batterie entdeckten chemischen Phänomene. Dies würde ihn schon genug fesseln, um seine suchende Aufmerksamkeit auch auf andere Thiere überzutragen, und sicher überall etwas Mehr oder Wenigeres von dem wiederzufinden, was gerade bey jenen Fischen zu so hervortretender Concentration gekommen ist **). Den thieri-

*) Merkwürdig ist, daß die Alten schon meinten, man könne mit Hülfe des Krampfrochens verschiedene Krankheiten heilen. Das nemliche geschieht jetzt mit der Galvanischen Batterie.

**) So sind in der That schon Beobachtungen genug, nur zerstreut, vorhanden, welche für mehrere, und dabey höchst verschiedene Thiere eine electrische Polarität, oder doch Setzbarkeit derselben, der Hauptrichtung ihres Gehirn- und Nervensystems parallel, gewiß, und für eine Menge andere, ja alle, der Nothwendigkeit der Analogie zu Folge, und öfters durch Thatsachen unterstützt, wahrscheinlich machen. Selbst der Mensch ist hiervon nicht ausgeschlossen. Wie kann es aber bey Körpern so geringer Differenz, im Verhältniß zu der, die zwey Metalle z. B. bilden können, und diese geben für bloße Berührung die größtmöglichste Polarität — zu einer so weit gediehenen Polarität kommen, da selbst bey Metallen, wie die Folge lehren wird, mehrere, ja viele Schichtungen in der Galvanischen Batterie erfordert werden, um eine Polarität, die direct merklich würde, herzustellen? — Nothwendig muß allem, was eine merkliche Polarität verräth, eine Anordnung der, die Factoren zu den einzelnen, Theile des Ganzen ausmachenden, Bestimmungsgründen abgebenden, thierischen Organe und ihrer Theile, zu Grunde liegen, welche ganz so etwas, als eine Voltaische Säule ist, mehr oder weniger vollkommen darstellt, und da einzelne

schen Magnetisten, die in ihre doch unläugbar so gehaltvolle Masse der sonderbarsten Erfahrungen über

Conflicte selbst der differentesten Körper, z. B. sehr differenter Metalle, noch zu schwach sind, um von den unzählbaren möglichen etwas Aehnliches im Einzelnen zu begründen, dazu bey der in dieser Hinsicht noch weit geringeren Differenz thierischer Theile noch bey weitem mehrere, als bey jenem, zur Hervorbringung einer Wirkungseinheit von der Gröfse gehören, als zur Möglichkeit der Aeufserung wirklich in solchem Grade vorhandener Phänomene nothwendig vorauszusetzen ist. Bey einem grossen Krampfrochen fand man einst das electriche Organ desselben, deren jeder dieser Fische zwey hat, aus 1182 Säulen zusammengesetzt, und jeder Zoll dieser pflegt gewöhnlich wieder 150 Theilungen (partitions) zu enthalten. Angenommen, jede Säule wäre im Durchschnitt nur einen Zoll lang gewesen, in welchem kleinen Verhältniß möchte wohl die Wirkung dieser 354600 zum Ganzen vereinigter Wirkungseinheiten zu dem ganz ungeheuren Effect einer Galvanischen Batterie von eben so viel Mal Zink, und Silber, und derselbigen Flüssigkeit, als sich zwischen jenen Theilungen befindet, stehen, da Metallsäulen von 100 bis 200 Schichtungen, wo die Zwischenfeuchtigkeit gleichfalls thierischer Natur, z. B. Galle, ist, schon so ungemeine Wirkung zeigen? — die Gröfse des Unterschieds bleibt selbst dann noch gross genug, wenn man auch bedenkt, dafs es unmöglich ist, dafs je ein Krampffisch mit der ganzen Kraft, die in seinem Organ begründet ist, gewirkt hat und wirken konnte, und so analogisch, dafs in keinem Thier je die ganze in ihm begründete Galvanische Wirkung sich nach aussen richten könne, da, zuerst, dies schon an und für sich durch die Summe mehr oder minder leitender und damit gleichsam die gesammte Kette in eben dem Grade schliessender Umgebung des Ganzen verhindert wird, und dann, überhaupt auch wohl bey dem Krampffisch das oft genannte Organ, wie bey jedem anderen Thiere das Analoge

kurz oder lang eine aufklärende Einheit so sehr zu fordern haben, würden die Resultate davon besonders er-

desselben, so versteckt und in so unendlich kleine Theilnancen es auch aufgelöst, oder so zusammengetreten und in sich unterschiedener es auch sey, im geschlossenen Zustande zu der Wesenheit des Thiers, zur Darstellung seiner organischen Einheit selbst, ja sie selbst ausmacht, und so, nachdem dann freylich Alles am und im Thiere, Theil dieser geschlossenen Anstalt, und ein besonderes — electrishes — Organ nur ein mehr oder minder beträchtlicher, aus einer Art von Ueberfluß mehr vom Ganzen auf Zeiten trennungsfähigerer, scheinbar mehr für sich allein wirkungsfähigerer, Summentheil ist, jenes im Augenblick, als es seine Wirkung nach aussen richten will, diese Schließung oder Einheit auf längere oder kürzere Zeit in gewissem Grade so aufhebt, daß die Pole des geöffneten Theils nach aussen zu irgendwo auf der Oberfläche des Thiers allein oder vorzüglich dergestalt repräsentirt werden, daß sie nunmehr durch fremde Leiter eben so wieder zur Einheit geschlossen werden können, als vorher durch eigene, innere Mittel. Man sieht, daß hierbey dennoch der Verlust an organischer Einheit nur scheinbar ist, indem er ja im Augenblick der Polverbindung sogleich wieder hergestellt wird, und zwischen dem anfänglichen und diesem Zustande, die jeder ein Ganzes sind, weiter kein Unterschied ist, als daß der Organismus vorher an den eigenen, im Thier versammelten Materialien genug hatte, indess er jetzt noch Körper aufser sich nach ihrer Fähigkeit mehr oder minder gleichsam mit in denselben hineinzieht, — ein Proceß, den aufzuheben oder zu unterhalten, dem Fisch eben so überlassen seyn kann, als der, daß er überhaupt auf Augenblicke aus oder über sich herauszugehen vermag, um dennoch nur auf eine andere Weise wieder zu oder in sich zurückzukehren.

Ich fahre nicht fort, diese Betrachtungen weiter zu verfolgen, da sie für die, welche sie billigen können, genug an-

wünscht kommen müssen, eine Vermuthung, die einige schon jetzt nicht übel deuten werden.

geben, damit sie selbst die Weise finden, nach der sie dieselben auf Veräußerung organischer Individualität überhaupt, auf die Art wie Organismen sich einander öffnen, um sich gegenseitig aufzunehmen, und im Proceß (momentan) oder im Product (bleibend) zu identificiren, und so zuletzt vielleicht selbst eine Ansicht der Zeugung unvermerkt einzuleiten, die auf keinen Fall ganz umsonst bleiben kann. — Jedem andern wiederhole ich nur, daß dem Vorigen überhaupt keine andere Idee zum Grunde lag, als die, daß jedes Thier als physikalisches Ganzes, als eine geschlossene Galvanische Batterie unendlicher Glieder betrachtet werden könne, die durch das ganze Thierreich hindurch eine mehr oder mindere Oeffnung und neue Schließung, an der mehr, als zuvor, Theil nehmen kann, fähig sey; daß bey mehreren Thieren diese Möglichkeit bereits so angehäuft sey, daß sie von selbst zur Wirklichkeit überzugehen genöthigt ist, so daß dieser Uebergang sogar etwas wird, worauf in der Oekonomie des Thiers, (z. B. zur Bändigung der Nahrung, zur persönlichen Sicherheit, u. s. w.), selbst schon mit gerechnet zu seyn scheint; daß bey anderen dieser Uebergang schwieriger und minder von selbst erscheine, bis endlich wieder in anderen bloß künstliche Veranlassung und immer künstlichere, dazu erfordert werde, ohne daß jedoch die Anlage dazu irgendwo ganz fehle. Am Zitteraal geht diese Oeffnungsfähigkeit des geschlossenen Ganzen schon erwiesen, so weit, daß die Oeffnung bey ihm in einigem Grade beständig schon wirklich vorhanden ist, wie die Versuche zeigen, aus denen Walsh einen neuen Sinn für diesen Fisch folgerte, vermöge dessen er zu unterscheiden wüßte, ob Leiter oder Isolatoren in seiner Nähe seyen, (s. Cavallo's vollständige Abhandlung von der Electricität. A. d. Engl. 4te Aufl. B. II. S. 244.) — welche Versuche hierdurch zugleich erklärt sind; — denn wie kann in diesen der Fisch bemer-

Wir ziehen, was noch übrig wäre, zusammen, und bedenken überhaupt, daß, da bloße Heterogenität der Leiter, ohne Rücksicht auf irgend einen Ort der Herkunft, die einzige Bedingung, aber auch die hinlängliche ist; die letztere zur Begründung einer Galvanischen Wirksamkeit, unter übrigens nach allgemeinen Gesetzen gegebenen Umständen geschickt macht, alles, was wir von Leitern der Electricität nur kennen, seine — ihm äusseren — Bedingungen habe, unter denen

ken, daß irgendwo ein continuirlicher leitender Kreis oder ein durch Isolatoren unterbrochener, vorhanden sey, um sich ihm im einen Fall zu nähern, im andern hingegen davon entfernt zu bleiben, wenn es nicht schon durch die (Mit-)Empfindung der kleinen Schließung ist, die eben dieser Kreis mit dem, was schon von Pol, von offner Batterie, vorhanden, ohne Absicht des Fisches vorhanden war, vornimmt, und deren Bemerkung erst für das Thier Reiz wird, das übrige von ihm abhängende nachfolgen zu lassen? — Zugleich hat man in diesen interessanten Versuchen die Anleitung zur Auffindung des gleichen Sinnes bey anderen Thieren. Wie höchst wichtig, und zugleich wie leicht bey nur einiger Aufmerksamkeit, müßten nicht schon solche Versuche werden, wo man z. B. gehörig erregbare Nerven und Muskeln, als Froschpräparate und dergleichen, in solche Ketten vom einen Pol des zu untersuchenden Thieres zum andern brächte, da es fast kein Reagens giebt, was so leicht und so entscheidend angäbe, als dieses. Warum hat sich noch kein einziger thierischer Magnetist dergleichen einfallen lassen? — Auch hätte das Katzensgeschlecht auf gleiche Versuche einen besonderen Anspruch vor anderen. —

Wem übrigens das Ganze zuwider ist, der versöhne sich erst mit Ingenhousz (s. dessen vermischte Schriften v. Molitor. 2te Aufl. B. I. (1784.) S. 29. Anm. S. 31. 32.) und so vielen andern.

es Galvanische Wirksamkeit angeben könne. Der dritte Körper, den zwey feste Leiter in einem wälsrigflüssigen, oder zwey flüssige in einem festen, oder zwey thierische Stoffe in einem dritten flüssigen oder nichtflüssigen gleiches Nahmens finden, und mit dem die körperlichen Bedingungen für wirksame Ketten alle vollzogen sind, fehlt für keine zwey unter sich verschiedene Individuen; wo sie auch herkämen, alle können ihn finden. Die Mannichfaltigkeit der möglichen Kettencombinationen ist demnach geradezu unendlich. Jede aber bringt das nemliche hervor; nur die Grade sind es, die verschieden sind. Die Vereinigungsfähigkeit zweyer einzelner Ketten zu Einer gemeinschaftlichen, womit die Möglichkeit zu aller zahlreicheren Vereinigung bis ins Unendliche hinaus gelegt ist, ist etwas, das ihnen allen, ohne Ausnahme, zukommt. Die ganze leitende Körperwelt folgt Einer Ordnung, und jede einzelne Galvanische Batterie, jede Vereinigung einzelner Ketten in höhere, ist nur Ein Beyspiel von den unzähligen möglichen, die Zufall oder Willkühr aus dieser Summe heraushebt.

Wir sind somit der Mühe überhoben, noch von einzelnen Körpern oder Abtheilungen derselben unter besonderen Namen zu sprechen, und es ist nicht gefehlt, wenn auch im Vorigen z. B. der Körper des Pflanzenreichs, und ihrer gleichen Fähigkeit, Galvanische Excitatoren durch Differenz zu begründen, keiner eignen Erwähnung geschah. Nirgends kann uns eine durch alles greifende Identität aller Materie jedes Orts und Namens, so jeden Augenblick klärer und klärer werden, als im Galvanismus, und die Folge wird es bestätigen.

Nur eine Bemerkung bleibt uns noch übrig, die nemlich, daß, wenn man sich den Gedanken zurückruft, daß alles nur relativ leite und nicht leite, die ganze Körpermannichfaltigkeit von einem Maximum der Leitung bis zu einem Minimum derselben, oder von einem Minimum der Isolation bis zu einem Maximum derselben, Eine continuirliche Reihe unendlicher Uebergänge bilde, durch eben solche Uebergänge von der isolirenden Seite der Reihe aus allmählig aus fast völliger Unmöglichkeit, die Fähigkeit, Galvanismus zu erwecken und zu unterhalten, immer mehr hervortrete, und so endlich in denjenigen Körpern, die unsere Apparate bilden, mit dem Maximum der Leitung auch das ihrige erreiche. Alles also, was im Vorigen von Leitern gesagt wurde, gilt nur von ihnen, als minderen Isolatoren. Es fährt fort zu gelten für die Körper, wie sie immer weniger und weniger leiten; nur die Quantität der Gültigkeit nimmt ab, sie selbst aber bleibt, selbst auf der tiefsten Stufe schlechter Leitung oder der höchsten der Isolation, noch, wenn auch das, was sie gültig heißt, hier freylich zu einem Bruch wird, der zu dem Ganzen an dem Maximum der Leitung, fast in keinem endlichen Verhältniß mehr steht, ohne dennoch irgendwo wirklich unendlich klein oder ganz zu Nichts zu werden. Auch hierzu wird die Folge die schärfsten Erläuterungen geben, und besonders bey den Untersuchungen über die Grenzen Galvanischer Batterien, das ist, über den absoluten Grad ihrer Vergrößerungsfähigkeit oder Fortsetzbarkeit ins Unbestimmte hinaus, wird gerade dieser Punkt fast allein die Grundlage werden, von der die ganze Untersuchung auszugehen hat. Dort wird sich dann am eigentlichsten dar-

thun, — womit die jetzige Betrachtung sich schließt: daß durch die ganze Sphäre körperlicher Individualität auf Erden Galvanismus begründet sey, daß er im Maas seiner Begründung sich überall verwirklichen lasse, und hierbey für die nähere Bestimmung eines gewissen innerhalb die Grenzen der jedesmaligen absoluten Möglichkeit fallenden Grades dieser Wirklichkeit nur die Umstände anzuerkennen haben; daß es ein System dieser Umstände giebt, was die Natur selbst bereits in Anwendung setzt, indem sie nur das bloße Zusammenseyen aller jener begründungsfähigen Individualitäten, — und alle sind dies, — zu organisiren braucht, ja nicht einmal das, sondern indem sie, was ihr noch leichter wird, nur die Organisation erlauben darf, die alle jene Individualitäten Kraft des in ihnen Begründeten, ihre Individualität selbst ausmachenden, gegenseitig aus innerer Nothwendigkeit von selbst eingehen; daß dieses ihr Bemühen nach dem einfacheren Gelingen in der sogenannten todten Natur, durch die lebende hindurch in immer zusammengesetzteren, ersonnenen, Aeufserungen endlich bis zum Menschen, als der Spitze ihrer Kunst, hinandringt, und diesem es freystellt, die Reihe wieder zurückzugehen, beym einfachsten mit der gedrängtesten Fülle stehen zu bleiben, hier denselben Grundsatz, den sie beym Componirtesten selbst befolgte, von neuem spielend anzuwenden, und, durch bloße Versetzung, Anordnungen auszufinden, die weit genug gedeihen können, um jeder einzelnen älteren den Tod zu geben. Volta's Säule oder die Galvanische Batterie, ist das schönste Denkmal des Gebrauchs dieser Freyheit, zu dem alle bisherige

Physik nur Vorarbeit zu seyn schien, geworden, — und ist erstere auch nur Eine von den unendlichen, welche wir bereits möglich fanden, so darf es beruhigen, daß nur der Grad sie unterscheidet, und es muß erfreuen, daß sie, bey ihrer Entdeckung gleich, unter allen eine von denen traf, die den stärksten so nahe, und ihre Auffassung, wo es nöthig seyn sollte, so ganz leicht macht. In ihr ist die Natur gleichsam wider ihren Willen gezwungen, ihr geheimstes Verfahren zur öffentlichsten Schau zu stellen, sich jedes Verhör gefallen zu lassen, und die Formeln alle zu verrathen, deren sie sich je bediente.

Uns bleibt dabey nichts weiter zu thun, als gegenwärtig zu seyn; ein Wort, leicht auszusprechen, aber schwer zu halten. Eine Geschichte der zeitherigen Beschäftigungen mit Volta's Säule würde bald bloß eine Darstellung dieser Schwierigkeit seyn, und doch wäre diese nur wieder ein zweyter Theil zu den vielen ersten, die es von Anfang an gegeben hat, und von denen noch die neuere Geschichte der sogenannten einfachen Galvanischen Kette nicht den kleinsten ausmacht, — denn fast scheint es, als wäre die Batterie nur aus Noth erschienen, um der Unbehüllichkeit, die sich gar nicht weiter wußte, auf gute Weise aus der Verlegenheit zu helfen. Auch wir sind sicher, ihr unsern Tribut zuweilen anzubieten, ja wir entschliessen uns sogar dazu. So sind wir mehreren vielleicht am ersten verständlich, und laden viele am glücklichsten ein, in unsere Betrachtungen einzugehen. Wir ahmen also unbefangen die Kinder nach, die, was ihnen gereicht wird, zuerst betasten, dann bald von dieser bald von jener Seite besehen, dann fragen, und zuletzt die Antwort erhalten, die sie zum völligen Ver-

ständnifs bringt. Wir haben es oben gleich gesetzt, welchen Fall wir zuerst in die Hände nehmen; wir bleiben daher bey der Säule, wie sie uns Volta beschrieben hat, und machen uns zuerst mit den unmittelbarsten Weisen, auf die sie uns ihre Reichhaltigkeit ankündigt, in möglichster Mannichfaltigkeit bekannt.

I.

Wirkung der Galvanischen Batterie auf die verschiedenen Sinne des Menschen, beym Eintritt, Seyn, und Austritt ihrer Organe in und aus der Kette jener.

Wir setzen zu allen Versuchen hierüber, wie schon erwähnt, nichts als die einfache Vorrichtung Volta's selbst voraus, d. i. eine Batterie aus Zink, Silber, Wasser oder Kochsalzauflösung; aus Zink, Kupfer, und gleicher Flüssigkeit; aus Zinn, Silber, und derselben; aus Zinn, Kupfer, und der nemlichen; und dergl. Die erste Verbindungsart ist wegen ihrer größern Wirkung (s. Volta's Brief an Banks, §. 1. 3. 9.) lange Zeit die vorgezogenste gewesen, und erst die Folge hat, der Leichtigkeit wegen, mit der dies oder jenes der Materialien dazu, zu manchen Zeiten und Orten, leichter und in Menge zu Diensten steht, für Verbindungen wie die zweyte, dritte und vierte, vorzüglich aber die zweyte, einen practischen Vorzug vor der erstern herbeygeführt.

Da alle Verbindungen nur auf die Quantität,

unter keinem Falle aber auf die einmal gesetzte Qualität der Wirkung einen ändernden Einfluss haben können, so gilt jede mögliche Verbindung einer der genannten vorigen, und jede dieser wieder der andern, gleich; und da von den drey Individuen, die man zu wiederholten Malen für eine Galvanische Batterie über einander schichten muß, jederzeit eines derselben die Stelle des Zinks, ein anderes die Stelle des Silbers, das dritte aber die des feuchten oder flüssigen Leiters, vertreten wird, und umgekehrt, so nennen wir, und mit Volta selbst, (§. 10.) das Ende, die Seite oder den Pol der Batterie, (sie sey Säule, Becher-, Balken- oder Trogapparat, u. s. w.) nachdem jedesmal der Zink oder das in Bezug auf das andere Metall dessen Stelle vertretende Metall, die Batterie hindurch, vom Berührungspunkt des Zinks und Silbers oder der diese vertretenden Körper ausgegangen, befindlich ist, das Zinkende, die Zinkseite, den Zinkpol der Batterie, und gleichermaassen das Ende, die Seite, den Pol der Batterie, nachdem jedesmal das Silber oder das in Bezug auf den Zink oder überhaupt das andere Metall..., dessen Stelle vertretende Metall...., die ganze Batterie hindurch vom gleichen Punkte ausgegangen, befindlich ist, das Silberende, die Silberseite, den Silberpol derselben.

Wir bedienen uns derselben Ausdrücke, wenn wir auch nur einzelne Sphären aus einer Batterie bestimmter Grösse in den Versuch zu ziehen hätten, denn bey gleichförmigem Bau der ganzen grösseren Batterie, wird dieser aus ihr herbeygezogene Theil derselben doch, immer nur allein es seyn, mit dem wir zu thun haben, in-

dem nur er es ist, den wir zur Kette verbinden, und alle Wirkung in unserm Fall nur Wirkung dieser Kettenschließung ist.

Bey Batterieen, wie die, die Volta §. 9—11. beschreibt, wo, um bey diesem Fall für alle übrigen zugleich stehen zu bleiben, erstens zwanzig Mal das Silber für sich, und so der Zink für sich, jedes immer nach einer nemlichen Seite, zweytens darauf zwanzig Mal beyde, jedes wieder nach einer nemlichen, aber der bey den vorigen zwanzig jedesmal entgegengesetzten Seite, drittens hierauf noch zwanzig Mal beyde, jede wieder nach einer nemlichen, aber der bey den nächstvorigen Zwanzig jedesmal wieder entgegengesetzten, also der bey den ersten Zwanzig gleichen Seite, angebracht sind, wird, wie man von selbst einsieht, das Zinkende, die Zinkseite, der Zinkpol der Batterie, im allgemeinen jedesmal nach derjenigen Seite der zur Kette bestimmten und nachher zu ihr geschlossenen Sphäre der Batterie, hinfallen, auf welche in diesem bestimmten Theil der Batterie oder der ganzen selbst, der Zink.... die mehresten Male hinfällt, und so das Silberende, die Silberseite, der Silberpol der Batterie nach derjenigen, auf welche das Silber.... die mehresten Male hinfällt, so dafs in Volta's Falle (§. 10.) vom ersten Plattenpaar, dessen Silber.... links, der Zink aber rechts liegt, ausgegangen, der Silberpol bis zu zwanzig Plattenpaaren in beständiger Zunahme seiner Bedeutsamkeit allemal links, und der Zinkpol rechts, von diesen, immer noch auf das erste Silberzinkpaar bezogen, die nächsten neunzehn Plattenpaare 21—39.) hindurch, in entsprechender Abnahme gedachter Bedeutsamkeit, jener ebenfalls

noch links und dieser rechts fällt, beym zwanzigsten (40.) aber weder der eine noch der andere wo anzutreffen, und die Potenz dieser Batteriesphäre, ihrer gänzlichen Endpollosigkeit wegen überhaupt Null ist, darauf aber die nun folgenden zwanzig Plattenpaare (41 — 60.) in, beym einundvierzigsten Paar anfangendem, Wiedererscheinen beyder Pole, durch die übrigen hindurch fortfährt dieselben mit immer weiter zunehmender Bedeutsamkeit zu erhalten, bis sie endlich beym sechzigsten Paar wieder bey dem nemlichen Grade derselben angekommen sind, den sie beym zwanzigsten hatten, während sie diese ganzen letzten zwanzig Paare über, dieselbe Vertheilung dem links und rechts nach beobachten, die sie bey den ersten zwanzig behaupteten.

Es ist deutlich, was bey jeder beliebigen Anordnung der Plattenpaare, sobald sie nur (bey übrigens gleichen feuchten oder flüssigen Zwischenleitern) immer die nemlichen Körper mitbringen, in obigem Fall also beständig aus Zink.... und Silber.... zusammengesetzt sind, Statt haben würde, so daß wir höchstens nur Eine daraus als überflüssiges Beyspiel dieser Art anzuführen brauchen. Eine Batterie aus sechzig Paaren hätte in den ersten zehn Paaren (1 — 10.) das Silber beständig rechts, den Zink beständig links, in den folgenden dreyßig (11 — 40.) das Silber beständig links, und den Zink rechts, in den folgenden zehn (41 — 50.) aber das Silber wieder rechts und den Zink links, und in den folgenden letzten zehn (51 — 60.) das Silber von neuem links und den Zink rechts. Beym ersten Plattenpaare geblieben und darauf bezogen, würde bis zum zehnten Paare der Zink pol beständig links, der Silber pol rechts fallen, und zwar mit nach der Zahl der

begriffenen Paare steigender Bedeutsamkeit. Diese würde unter bleibender Vertheilung der Pole abnehmen bis zum neunzehnten, und bey dem zwanzigsten mit der gänzlichen Verschwindung aller Endpole zugleich verschwinden, vom einundzwanzigsten aber sich wieder und zunehmend zeigen bis zum vierzigsten, wo sie das Doppelte von der bey dem zehnten seyn würde, während indess aber die Pole selbst in die in Bezug auf die vorige umgekehrte Vertheilung gekommen wären, so daß der Silberpol beständig links und der Zinkpol rechts fiele. Vom einundvierzigsten Paare aus bis zum funfzigsten würde die Bedeutsamkeit der Pole, bey bleibender letzter Vertheilung derselben, wieder bis zur Hälfte abnehmen, vom einundfunfzigsten bis sechzigsten aber bey ebenfalls bleibender Vertheilung wieder bis zur vorigen Bedeutsamkeit, der doppelten von der bey dem funfzigsten, wachsen; so daß die ganze Batterie an ihren Enden den Zink- und Silberpol in dem nemlichen Grade und nach der nemlichen Folge haben würde, in dem und der sie eine Batterie aus zwanzig Plattenpaaren zeigen würde, wo durch die ganze Reihe hindurch das Silber beständig links, und der Zink beständig rechts läge. So daß also Volta's Batterie §. 9 — 10. aus sechzig Paaren, die von uns als Beyspiel angeführte andere aus eben so vielen, und die letzte gleichförmig aus zwanzig Paaren gebauete, sämmtlich von dem nemlichen Werthe seyn würden. — Kämen die letzten zehn Paare (51 — 60.) in der nach der Voltaischen angeführten Anordnung in dieselbe Lage, wie die vorletzten zehn Paare (41 — 50.), so würden die äußern Enden dieser Batterie ganz pollos werden, da die von 41 bis 50 auf die Hälfte zurückgesun-

kene Bedeutsamkeit der Pole und sie selbst, von 51 bis 60 vollends bis auf Nichts herabkame. —

Selbst bey Batterien und deren Polbestimmungen, die, bey diesen ins Unendliche veränderlichen Gegensetzungen einzelner Theile, zugleich sogar nicht durchgängig aus den nemlichen Metallen...., sondern z. B. bald hier bald da aus Zink und Kupfer, oder Zinn und Silber, oder Zinn und Kupfer, oder Zink, ... und Silber...., und umgekehrt gebaut wären, würden wir eben so sicher vor allem Irrthum geschützt seyn. Wir dürften uns bloß erinnern, daß, da für dasselbe Plattenpaar alles immer nur die Quantität, und nie etwas die Qualität, angeht, die Action des einen Paares beständig nur entweder ein Theil der des andern, oder aber ein Wievieltel derselben sey. Eine kleine Rechnung gäbe dann das Resultat für jeden Fall bis ins Unendliche, nach leichten Formeln an, und wir werden sie bey allgemeineren Betrachtungen für diese specielleren Fälle mit zu führen, nicht unterlassen; — und selbst die nach Willkühr wieder bis ins Unendliche gehende Veränderlichkeit des feuchten oder flüssigen Zwischenleiters, die fürs erste das Ganze noch verwickelter zu machen scheinen möchte, wird darinn mit einbegriffen seyn.

Wir sehen aus diesem Allen von neuem, daß wir uns in keinem Falle um die nähere Construction der Batterien, die wir zu den folgenden Versuchen und Beobachtungen anwenden werden, zu bekümmern haben. Es ist uns nur genug, die verschiedenen Pole jedesmal mit Genauigkeit anzugeben, und unsere ziemliche Bekanntschaft damit mag vor der Hand die Beobachtung der-

selben hinlänglich verbürgen. Wir erlauben sogar, in unserer Bezeichnungsweise der Pole selbst, so viel Willkührlichkeit zu entdecken, als nöthig ist; noch ist sie zunächst nur einer Gleichförmigkeit durchs Ganze wegen da, die eben so gut mit jeder andern zu erlangen gewesen wäre. Es mag zu seiner Zeit sich ausweisen, ob die unsrige aufser dieser Gleichförmigkeit zugleich auch noch etwas von dem, was in der Folge nöthig seyn wird, oder vielleicht sogar alles, so weit uns hier ein Vorgriff erlaubt seyn konnte, angelegt habe oder nicht. Für jetzt ist es gleichgültig.

Von der Batterie selbst gehn uns daher im Folgenden nur ihre Pole an. Wir sind deutlich genug gewesen, um anzugeben, was mit diesem und jenem jedesmal gemeint sey. Wir gehn ohne Weiteres also zu den Versuchen selbst.

Es war zu einer Zeit, wo mir von Volta's Batterie noch nichts als das bloße Instrument, und, in Bezug auf die hier zu erörternden Wirkungen, nur die allerge-meinste, der Schlag, bekannt war, als ich, die leitende Bekanntschaft mit der einzelnen Kette beständig zur Seite, bereits einen großen Theil von demjenigen, was ich hier von der Batterie anzuführen hätte, suchte und wiederfand. Nicht als ob ich damit aus der Ursache geeilt hätte, in diesen Dingen neu zu seyn, sondern, wie ich dies schon anderswo bekannte, und hier gern wiederhole, aus reiner Erkenntlichkeit gegen denjenigen, dessen Entdeckungen ich noch jederzeit die fruchtbarsten Anregungen zur fernern Erweiterung derselben verdankte, welche letztere, wenn und so weit sie ge-

lingen mochte, nur insofern von Werth für mich war, als ich, was künftig Volta selbst herbeyführen würde, oder vielleicht, nur dafs es zur Zeit noch nicht bekannt geworden, schon herbeygeführt hatte, in angenehmer Erwartung beständig vor Augen habend, im Erfolg meines beschränkteren Bemühens gleichsam nur das Exercitium sah, was einst dem Originale Volta's gegenüber, in welchem die Natur sich ihres Gesetzes freyer spielend zu erfreuen scheint, seine Correctur erhalten werde, deren Lehre nur wieder ein neues Beförderungsmittel zur Erreichung eines Ziels wird, das, obgleich nicht das erste alles Experimentirens, doch gewifs nicht das letzte, kein anderes ist, als die immer gebildetere und fertigere Agilität unseres eigenen Anschauungsvermögens, dessen Schwerfälligkeit allein wir von jeher alle Klagen zuzuschreiben hatten, die wir damit, dafs wir sie über die Natur erhoben, zuletzt doch nur über uns selbst geführt haben.

Aber jene Erwartung hat nicht getäuscht. Wer, was ich, in Bezug auf den Inhalt des gegenwärtigen Abschnitts, bereits vor geraumer Zeit an andern bekannten Orten erzählte, mit dem vergleichen will, was Volta selbst in seinem noch früher datirten Brief an Banks schon angiebt, wird sich leicht davon überzeugen. Blofs die Verspätung seiner Bekanntwerdung setzte meine Versuche der Notiz desselben vor. Ich lasse daher, was Volta schon und früher gefunden, hier als das meinige, billig weg, und füge ihm nur dasjenige hinzu, was folgende Nachrichten von seinen weiteren Entdeckungen, bis jetzt noch keiner ähnlichen Uebergang unterworfen haben. Dies doch nicht minder aber in

derselben Erwartung nur wieder, aus der ich einst, das jetzt Uebergangene, nicht übergang.

A.

Was in jedem Eintritt des menschlichen Körpers in die Kette der Galvanischen Batterie, mit welchen Theilen er sich auch mit ihren Polen in Verbindung setze, zunächst in Anspruch genommen wird, ist das durch seine ganze Ausdehnung verbreitete Gemeingefühl. Die wahrgenommene Bestimmung dieses durch jene, heisst überall der Stofs, die Erschütterung, der Schlag (§. 2. u. f.). Er ist, unter übrigens gleichen Umständen, um so stärker, je gröfser die feuchte Fläche ist, in der die Hände, oder was irgend die Theile sind, die mit den Polen der Batterie in Verbindung gebracht werden, mit diesen oder ihren metallischen Fortsetzungen in Berührung sind (§. 5. 7. 9. 25.).

Es setzt in Verwunderung, wie weit, vorzüglich bey sehr grofsen Batterieen, die Verstärkung des Schlags durch solche Vergröfserung der Communicationsflächen des Körpers mit den Polen der Batterie, gehen kann. Man wird dies finden, wenn man die durch metallene Dräthe, Bleche, oder dergl., repräsentirten Pole der Batterie, z. B. zuerst mit den blofsen feuchten Spitzen zweyer Finger, eines von jeder Hand, berühren, darauf zwischen zwey feuchte Finger jeder Hand, einen Eisendrath, darauf in jede feuchte ganze Hand eine grofse eiserne Kugel nehmen, und damit die Pole der Batterie berühren, hierauf sich endlich nicht sowohl die feuchten Hände, als auch noch die Arme bis zu belie-

biger Weite herauf mit feiner Eisen- oder Messingfeile, mit klar gestossenem Reifsbley, mit ächtem oder unächtem Gold- oder Silberblatt gut belegen, und nach solchen Armirungen mit ihren Enden die Pole der Batterie wieder wie vorher, berühren will. Es ist dasselbe, wenn man mit Volta die Hände u. s. w. in Gefäße mit Wasser, bald wenig, bald mehr, und endlich so tief man will, eintaucht, und durch gute Leiter, wie Dräthe und dergleichen, die Kette schliessen läßt; nur muß man, und so überall dafür sorgen, daß die anderen festen Leiter, durch welche das Wasser dieser Gefäße mit den Polen der Batterie in Verbindung steht oder kommt, dasselbe in einer nach Verhältniß ähnlich grofsen Fläche mit der berühren, in der die Hände.... mit ihm in Berührung sind.

Man kann sich zur Erläuterung hierüber Folgendes einstweilen vergegenwärtigen. Jede Schicht oder Masse eines in der Kette in gewissem Grade leitenden Körpers kann angesehen werden, als ein Cylinder von bestimmter Länge (Höhe) und (Grund- oder) Durchschnittsfläche. Es ist, und selbst für Metalle, aus Versuchen — sie werden einst näher versammelt werden — bekannt, daß bey gleicher Länge desselben der Grad der Leitung oder das Totalmoment derselben für einen gewissen Augenblick, bey gleichem Grade zur Leitung vorhandener Wirkung, in Bezug auf diesen Cylinder selbst, sich verhält, wie die Durchschnittsflächen desselben, und eben so bey gleichen Durchschnittsflächen umgekehrt wie die Länge desselben, so daß das ganze Verhältniß, in dem ein solcher Cylinder leitet, zusammengesetzt ist aus dem geraden der Durchschnittsflächen und dem umgekehrten der Länge. Es versteht sich, daß die Durch-

schnittsflächen (durch den ganzen Cylinder gleich) hier als diejenigen gedacht werden, in denen gedachter Cylinder mit den Flächen des oder der Körper, die das zu Leitende ihm präsentiren, in Berührung ist. Bey Metallen und anderen als sehr gute Leiter bekannten festen Körpern werden diese Einflüsse der Durchschnittsflächen und der Länge, besonders der letztern, bey Intensitäten des in jedem Augenblicke zu Leitenden von denen geringen Gröfse, wie die bey Batterieen von der Gröfse, wie sie Volta baut, und selbst weit beträchtlicherer, im Verhältniß der Massen von Metall...., in denen wir uns derselben der Bequemlichkeit wegen zu bedienen genöthigt sind, so unbedeutend, dafs sie der Beobachtung fast entgehen, und erst bey feineren Versuchen, als die, von denen wir hier sprechen wollen, zum beträchtlicheren Vorschein kommen. Das Gegentheil hat bey Körpern minderer Leitungsfähigkeit Statt, dergleichen alle Flüssigkeiten und feuchte Körper, kurz alle, die Volta Leiter der zweyten Klasse nennt, und die sonst noch dahin gehören, sind. Man sehe, was Volta schon bey Gelegenheit der einfachen Kette in seinem ersten Briefe an Gren §. 27. u. 28. (diese Beytr. B. I. St. 3. S. 20. u. 21.) in dieser Hinsicht angeführt hat. Hier sind die Massen und die Flächen der Flüssigkeit, in denen wir uns oder andere und bessere Leiter mit ihr, und sie mit dem, was das zu Leitende präsentirt, in Verbindung setzen, der Gröfse nach, die uns zunächst die Bequemlichkeit empfiehlt, schon viel zu eingeschränkt, als dafs wir uns nicht schon in der völligen Mitte der Sphäre des Bedeutendwerdens des Einflusses jener, auf das Leitungsproduct und die daraus hervorgehende Folge für uns u. s. w., befinden sollten.

Ich gehe zur Anwendung, die Batterie, an der wir den Versuch anstellen, gehe unten oder links z. B. in Pappe, Zink, Silber, oben oder rechts aber in Pappe, Zink, Silber, also auf beyden Seiten in Metall, also einen sehr guten Leiter, aus, den, nach dem, was wir oben ausmachten, das, von dem die Rede war, unter den Umständen, wie sie unsere Versuche gewöhnlich begleiten, so gut wie gar nicht, sondern erst bey einem Punkte, für den wir die Untersuchung erst absichtlich weiter verfeinern müssen, trifft. Wir befeuchten die Hände, fassen in jede eine metallene Kugel, und berühren mit dieser die in Metall endenden Pole dieser Batterie. Unsere Oberhaut ist, trocken oder an sich, ein so schlechter Leiter des Galvanismus, dafs sie füglich ein Isolator genannt werden kann. Bey der Befeuchtung wiederfährt ihr eben das, was einem, trocken isolirenden, Stück Pappe bey der Befeuchtung geschieht. Sie wird gleichsam zu einem solchen Stück feuchter Pappe, was zwischen uns, die wir innen sehr gut leiten (Volta, §. 14.), und der Metallarmatur, die uns mit der Batterie verbindet, mitten inne liegt. Wir schlagen es, welche Form es auch, der zufälligen Gestaltung der von der Armatur begriffenen Theile der Hand.... wegen habe, in Gedanken auf zur ebenen Platte, deren Grenzen wir auf Cirkelgrenzen reduciren, und wir haben nichts anders, als einen Cylinder von sehr geringer Höhe oder Länge, bey sehr grossen Grund- oder Durchschnittsflächen. Es gilt aber von diesem Cylinder, was wir vorhin von dergleichen Cylindern überhaupt angeführt haben. Das Maafs der Leitung, die er unterhält, geht den Gröfsen der Flächen, in denen er uns

und die Batterie verbindet, parallel. Seine Höhe ist so gering, daß die kleinen Veränderungen, die darinn vorkommen können, wenig ändern; es bleibt also bey jenen. — Haben wir die Hände.... in Wasser gesteckt, und ist dieses dann, mit Beobachtung oben hierüber erwähnter Umstände, durch Metall u. s. w. mit den Polen der Batterie verbunden, so geschieht nichts, als daß zu diesem, einem aus feuchter Pappe verglichenen Cylinder, ein zweyter von Wasser hinzukommt, ihm gleichsam angesetzt wird. Ist die Leitungsfähigkeit dieses, bey Cylindern von gleicher Höhe und Grundflächen, der dessen, den die feuchte Oberhaut bildet, gleich, so nimmt das Totalmoment der Leitungscapacität für die nemliche Wirkung, da die Grundflächen gleich bleiben, bloß im Verhältniß der jetzt größeren Länge etwas ab, — Man sieht übrigens, daß man jedes mögliche feuchte Contiguum oder Continuum zwischen uns und der Batterie, welche und wie große oder kleine Theile es auch mit der Batterie verbinde, sich auf ähnliche Cylinder zurückführen, und daraus der jedesmalige Erfolg des Versuchs, dem Mehr oder Weniger nach, sich gleichsam vorherberechnen läßt.

Jede von einer andern verschiedene Flüssigkeit leitet in einem von dem der andern verschiedenen Grade. Also auch die damit getränkte Oberhaut unseres Körpers. Kochsalzauflösung leitet weit besser, wie Wasser (Volta, §. 6.), und Salmiakauflösung wieder noch besser, als Kochsalzauflösung. Bey feuchten Cylindern von gleicher Höhe und Grundfläche, auf die die damit angefeuchtete Oberhaut des Körpers sich zurückführen läßt, wird daher der Grad von Leitungscapacität für ein gegebenes Moment von Wirkungsprin-

cip sich verhalten, wie die Güte der Leitung der Flüssigkeit, mit der wir jene befeuchteten, also auch die Folge daraus für uns, der Schlag. Und gleiche Schläge bey mit verschiedenen Flüssigkeiten befeuchteter Oberhaut, unter sonst gleichen Umständen, werden erhalten werden, wenn sich die Grundflächen jener Cylinder verhalten umgekehrt, wie die Grade des Leitungsvermögens der befeuchtenden Flüssigkeit. So wie bey gleichen Leitungsfähigkeiten dieser, jene, die Schläge, wie schon da war, sich verhalten werden, wie die Grundflächen der durch sie gebildeten feuchten Cylinder, ihre Höhe gleich gesetzt.

Es leuchtet von selbst ein, von welchem Einfluss von neuem der Grad der Befeuchtung seyn muß. Entweder, er hat nicht Zeit gehabt, durch die ganze Dicke (Höhe) der Oberhaut bis nach innen, sich gleichförmig zu verbreiten, oder, er ist, selbst bey aller Gleichförmigkeit, zu gering, als daß er nicht von irgend einem zu bewirkenden höheren Grade seiner, übertroffen werden könne. Für beyde Fälle gilt Folgendes. Der grössere oder vielmehr breitere Cylinder, auf den wir oben zurückführten, und den wir als ein Continuum betrachteten, ist dies selbst wieder nur einer Reduction zu Folge, deren wir erst jetzt gedenken. Ursprünglich ist er mehr das Aggregat einer fast unendlichen Menge sehr kleiner und schmaler Cylinder, die zwar alle mit dem Gesamtcylinder gleiche Höhe haben können, aber von fast unendlich kleinen Grundflächen. Für die Rechnung, wie für das Experiment, verwandelt sich diese Summe in einen einzigen, dessen Höhe die vorige der einzelnen kleinen, dessen Grundflächen

aber die Summe aller vorhin vereinzelt kleinen, sind. Bey stärkerer Befeuchtung wird theils die Zahl, theils der Durchschnitt dieser kleineren Cylinder, gemehrt seyn; doch bleibt die Sphäre, in der dies Statt hat, dieselbe; es ist deutlich, wie bey schwächerer der Gesamtcylinder, das Resultat aus allen einzelnen, eine kleinere, bey stärkerer Befeuchtung hingegen eine Gesamtgrundfläche erhalten müsse, welcher oder welchen dann, bey gleichen befeuchtenden Flüssigkeiten, die Zuleitungscapacität des Ganzen proportional ist. Im unter entweder angeführten ersten Fall also kann man die ganze feuchte Oberhautsmasse sich als aus zwey Cylindern bestehend gedenken, deren einer von kleineren, der andere von größeren Grundflächen sey. Es wird aber nur geleitet werden in dem Verhältniß, als der mit den kleineren Grundflächen, zu nur, (aus Gründen, die das Dagewesene schon gegeben haben könnte, deren weiter unten aber ausdrücklich noch besonders erwähnt werden wird,) um ein Geringes Wenigerem, als der Höhe beyder zusammen, angeschlagen, es erlaubt; denn vom breiteren wird immer nur der Grad der Breite, oder vielmehr sein Werth, da hier kein geometrisches, äußereres, sondern mehr ein inneres Abschneiden Statt hat, erforderlich seyn, mit jenem die bey der Leitung thätige Continuität zu bilden, die dem Totalwerth des schmaleren, minder feuchten, Gesamtcylinders entspricht. Im unter oder angeführten Fall ist der durchgehende Grad der Befeuchtung gleich gesetzt: die wahren Grundflächen des Gesamtcylinders, und damit die gegebenen Leitungsgrößen, werden daher zu den scheinbaren (zu dem quadratischen Inhalt der Versuchssphäre überhaupt,) in einem Verhältniß stehen,

dessen Exponent um so kleiner wird, je größer, und um so größer, je geringer der Grad der Befeuchtung ist, d. i., die ersten werden sich den letzten um so mehr nähern, je mehr bey gleichen Höhen des Gesamtcylinders, befeuchtende Flüssigkeit in gleichen Versuchssphären, und gleichförmig verbreitet, vorhanden ist.

Das Gesagte ist hinlänglich, um für alle und jede mögliche einzelne Fälle, so verwickelt sie auch werden könnten, zum erläuternden Princip zu dienen. Nur einiges als Beyspiel. — Der Schlag, die Empfindlichkeit desselben, wird, indem sonst alles gleich ist, stärker, größer, je feiner und dünner die Oberhaut des Körpers an den Stellen ist, die mit den Polen der Batterie verbunden werden (Volta, §. 21). Er wird es noch mehr, wenn sie ganz fehlt, wie bey Wunden u. s. w. (daf. §. 23.). Aber: was den ersten Fall betrifft: hier ist zunächst der gebildete, dem inwendigen Körper zuleitende Cylinder, noch bey weitem kürzer, niedriger, als da, wo die Oberhaut stärker, gröber ist. Es leitet aber ein solcher Cylinder bey gleichen Breiten um so stärker, je kürzer er ist. Dann ist neben dieser Kürze noch die geringe Masse von Zellgewebe, die bey feiner Oberhaut das nemliche Volum einnimmt, als bey gröberer, zu achten. Es wird hier also in einerley Raum mehr befeuchtende Flüssigkeit aufgenommen werden können, als bey gröberer Oberhaut. Die wahren Grundflächen des zuleitenden Cylinders nähern sich also hier den scheinbaren bey weitem mehr, wie dort. Zuletzt ist hier nicht allein sowohl, (obgleich dies schon für sich eine Sache von gar nicht kleiner Bedeutung ist), die durchgängige Befeuchtung weit leichter, eher, und

dauernder vollendet, wie bey gröberer, als dafs vielmehr ihr noch die Befeuchtung derselben durch die Flüssigkeiten des Körpers selbst von innen heraus, entgegenkommt, und sich mit ihr vereinigt, welche letztere aber von einer weit größeren Leitungsfähigkeit sind, als diejenigen, mit denen man die Befeuchtung von aussen anzubringen pflegt (Volta, §. 13.); die Zusammenwirkung aller dieser Umstände zu Einem Resultat macht daher jene Beobachtungen wohl begreiflich. Was den zweyten Fall betrifft, der an Güte der Bedingungen den ersten noch übertrifft, so fällt hier zunächst geradezu alles, was Gegenwart von Oberhaut verhindert oder verzögert, weg, da hier von ihr gar kein solcher Cylinder, wie wir ihn gemeint haben, mehr gebildet werden kann; die innere organische Masse wird unmittelbar berührt; und was endlich noch mehr ist, die Nerven selbst, die der Schnitt.... blofs legte, kommen mit dem wirksamen Einfluss, der durch das Wegfallen so vieler Hindernisse und deren Möglichkeit, und die Zerstörung der Schützungs mittel, mit denen sie der Organismus für sich zu verwahren pflegt, obnehin schon so sehr vergrößert ist, ohne weitere Umwege in directen Conflict. Erwinnere ich also, in Bezug auf diesen letzten Umstand, wie die vor allem leitende diese Nerven wässernde Flüssigkeit, das von den Polen der Batterie ausgehende Wirkungsprincip in einer Concentration erhält, die höher ist, als alle durch sonst eine minder oder gar nicht organische Flüssigkeit solcher Art, wie man sich deren ohne Nachtheil zu Versuchen bedienen kann, mögliche, ja, wie selbst, wenn zwischen den metallenen Polen der Batterie und dergleichen nervenoffnen Stellen (Wunden u. s. w.) noch eine Quanti-

tät weit schlechter leitender Flüssigkeit, z. B. Wasser, (s. Volta, §. 23.) vorhanden ist, in der das zuströmende Princip bereits in einem beträchtlichen Raum sich zu verbreiten genöthigt war, dasselbe sich, sobald es der um so vieles besser leitenden, aber in nach eben dem Verhältniß engere Sphären eingeschränkteren feuchten thierischen Hülle dieser Art, näher kommt, von neuem in die mit der größern Leitungsfähigkeit dieser möglich, ja mit dieser Möglichkeit nöthig gemachte Concentration zurückzieht, und nun mit einer Intensität, und damit zu einer gleichen des durch sie bestimmten Gefühls...., sich auf den bloßen Nerven.... wirft, die entweder gar nicht, oder doch in weit niederem, wenig, in Bezug auf den der vorigen Intensität fast nichts bedeutendem Grade, Statt haben kann, wenn eine große feuchte Belegung um so vieles geringerer Leitung, als die, welche thierische Flüssigkeiten gewähren, wie eben z. B. die einem Stück nasser Pappe verglichene Oberhaut ganzer Hände u. s. w., das was sie leitet, ohnehin schon über eine sehr große Fläche verbreitet, so daß sich die Menge in und unter ihr enthaltener empfindender Nerven.... darein theilen müssen, also auf einzelne derselben nach Verhältniß nur ein Weniges kommen kann, statt daß in unserm Falle sie alles trifft: so ist vollends alles gesagt, was dieser Fall zu seiner Erläuterung bedurfte.

Uebrigens ergibt sich aus Allem diesem noch die Beantwortung einer Frage, die bis jetzt so viel ich weiß noch von niemand einmal aufgeworfen ist. Der nemlich: ob die Verstärkung des Schlages durch Vergrößerung der Grundflächen jenes Cylinders und Annäherung der wahren zu den

scheinbaren, ins Unendliche fortgehen könne, oder ob sie bey irgend einem Punkt endlich stehen bleiben müsse? — Und letzteres ist, mit einigen wenigen Einschränkungen, die, wie sich zeigen wird, dennoch nur scheinbar sind, allerdings das Wahre. Wie wir sogleich näher sehen wollen.

Wir setzen eine Galvanische Batterie bestimmter Gröfse, nicht weil unsere Folgerungen etwa nur für die Bestimmung gelten möchte, die wir wählen könnten, sondern einzig um abstracte Beziehungen, die nur den Ueberblick desjenigen, dessen Einsicht wir allerdings von Wichtigkeit halten, für den Anfang zu vermeiden. Wir setzen eine Batterie von 100 Paaren Silber, Zink, und 99 Scheiben Pappe mit Kochsalzauflösung genäfst: sie fängt also an mit Silber, Zink, Pappe.... und endigt mit.... Pappe, Silber, Zink. Die Platten haben 2 Quadratzoll Fläche (auf jeder Seite), die Pappen desgleichen. Der hohe Grad von Leitungsfähigkeit der Metalle macht eine Rücksicht auf Dicke (Höhe) ihrer Platten aus schon bekannten Gründen überflüssig. Die mit Salzauflösung getränkten Pappen sind, obgleich in Bezug auf das sehr schlecht leitende reine Wasser schon sehr gute Leiter, in Bezug auf die Metalle aber nichts destoweniger wieder weit schlechtere. Ihre Stärke (Höhe) ist daher nicht so gleichgültig; wir merken sie an, sie sey 1 Linie; ihre Breiten (Grundflächen) gleichen denen der Metallplatten. Diese Batterie giebt, wie jede von bestimmter Gröfse unter übrigens gleichen Umständen, Schläge, deren Stärke im geraden Verhältniß des Grades der Leitungsfähigkeit des feuchten Zwischenkörpers in derselben steht (Volta, §. 2. 6.). Bey je-

dem Schlage wird also durch die ganze Batterie geleitet; denn wären jene Pappen, bey sonst gleichem Grade der Nässe, dicker als 1 Linie, so würden die Schläge schon schwächer, wären sie hingegen dünner, als 1 Linie, so würden sie schon stärker seyn. Es würde beydes der nemliche Fall, nur in entsprechend geringerem Grade, seyn, wenn nur ein Theil der Pappen dicker, oder ein Theil derselben dünner, als 1 Linie, wäre. In sehr genauen Versuchen müßte man schon entdecken, daß eine allereinzige Pappe durch ihre größere Dicke oder Dünne einige Schwächung oder Stärkung des Schlages verursachte. Der Grad der Leitung, den die Batterie, ihrem eignen Körper zu Folge, von den Metallen abgesehen, liefert, wird sich demnach verhalten, wie der Grad der Leitung, den ein Cylinder von Pappe zu gleichem Grade mit Kochsalzauflösung genäßt, von 2 Zoll Basis und 99 Linien Höhe gewähren würde, wenn es möglich wäre, ihm außer der Batterie denselben Grad von zu leitendem Princip darzubieten, der den vereinzeltten Pappen in der Batterie dargeboten wird. Es würde in der Batterie dasselbe geleitet werden, wenn sie ohne unsere Dazwischenkunft geschlossen würde. Die natürlichste Schließung aber würde diese seyn, daß, die ganze Batterie liegend als einen Kreis gedacht, man zwischen der Silberplatte des einen Ende und der Zinkplatte des anderen Ende, eine Pappe mit Kochsalzauflösung von der nemlichen Dicke und Breite und Feuchte einbrächte, als die derer in der Batterie selbst. Jetzt ist Gleichförmigkeit durch die ganze Batterie da; alles ist auf gleichen Werth in ihr gebracht. Wir können diese Pappe dicker nehmen, und es wird um ein Entsprechendes weniger, auch können wir sie

dünnere nehmen, und es wird um ein Entsprechendes mehr geleitet werden. Wir setzen ihre Dicke unendlich klein. Der Unterschied des Grades, mit dem jetzt geleitet wird, von dem, mit dem bey 1 Linie Stärke derselben geleitet würde, würde dem gleich seyn, mit dem eine gleiche Pappensäule von derselben Basis und 99 Linien Höhe, von einer ähnlichen derselben Basis aber 100 Linien Höhe leitete. Man sah vorhin, daß ein solcher Unterschied sehr klein seyn müsse; man findet ihn hier nicht größer wieder. Und doch war die Verbindung mit einem Maximum von Leitungsfähigkeit getroffen. Wir schlagen den Kreis wieder zur Säule auf: die Batterie ist da, wie wir sie gewöhnlich haben. Wir schliessen dieselbe mit unsern Händen, wobey wir den Schlag, als Zeichen unserer Gegenwart als Leiter in der Kette, erhalten. Und es wird durch keinen Theil der Batterie dabey mehr geleitet, als durch uns selbst, und umgekehrt. Bestimmt ja doch jeder Theil in ihr durch den Grad seiner Leitung, mit dem der übrigen zugleich, die ganze Leitung. Was thun wir aber, indem wir die Kette schliessen? — Wir vertreten die Stelle der Scheibe von Pappe, die wir oben zur Verbindung einschoben. In welchem Grade aber erhalten wir den Schlag? — In dem, der durch das Totalmoment der aus dem ganzen Massencontinuum von dem einen, dem Silberende der Batterie bis zu dem andern, dem Zinkende derselben, hervorgehenden Leitung, gegeben ist. Wann bekommen wir also denjenigen Schlag, der derjenigen Leitung entspricht, den oben die Pappenscheibe von 2 Zoll Grundfläche und 1 Linie Höhe leistete? — Wenn das Massencontinuum, was wir mit uns und unserer Zubereitung zwischen die

Enden der Batterie bringen, mit dem nemlichen Totalmoment leitet, mit welchem jene Pappenscheibe von 2 Zoll Grundfläche und 1 Linie Höhe leitete. Wann erhalten wir den größtmöglichsten Schlag? — Wenn wir mit dem nemlichen Moment leiten, mit welchem jene Pappenscheibe von der nemlichen Grundfläche, aber unendlich niedrig (dünn), leitete. Um wieviel ist also der Schlag im vorigen Falle, von dem in diesem, unterschieden? — Um das nemliche, um was das Totalmoment der Leitung einer Pappensäule von 2 Zoll Grundfläche und 99 Linien Höhe, von dem derjenigen einer Pappensäule von 2 Zoll Grundfläche und 100 Linien Höhe, unterschieden ist. Wie groß ist aber dieser Unterschied? — So klein, daß er (bey Batterieen unserer Größe) schwerlich mehr ein Gegenstand der Beobachtung werden könnte.

Wir haben unsere Aufgabe gelöst, und unsere Frage ist beantwortet. Zur Auseinandersetzung dieser Antwort bedienen wir uns nun kürzerer Ausdrücke. — Unser Körper ist bis auf seine Integumente ein vor andern guter Leiter in der Kette der Batterie; diese aber an und für sich sind es für den Grad dessen, was die von uns gewählte Batterie zur Leitung darbietet, fast gar nicht. Sie werden es erst durch gehörige Befeuchtung, und sie können durch die mannichfaltigsten Grade hindurch erst bis zum Maximum derselben gelangen. Und dieses Maximum zu erreichen, ist so schwer und zugleich zum Theil für das experimentirende Subject so unangenehm, daß wir denjenigen Grad derselben, in dem unsere Oberhaut, bey gewisser Stärke und Breite, an Leitungsfähigkeit einer Lage innerer Flüssigkeit oder festerer Theile von gleicher Stärke und Breite

gleich käme, in Bezug auf die unangenehme Empfindung davon, fast demjenigen gleich setzen könnten, den ein gleich breiter Theil unseres Körpers, geradezu von allen seinen Integumenten entblößt, also zur Wunde.... gemacht, uns verursachen würde. Aber wir bleiben sogar bey diesem Fall, denn er dient uns nur zu mehrerer Erläuterung. Wir setzen also, die Leitungsfähigkeit der äufsern Integumente sey für gleichförmige gleich grofse Räume der der innern organischen Substanz gleich geworden. Wir setzen die so vorbereiteten und mit den Enden der Batterie in Verbindung tretenden Flächen derselben z. B. in die Hände, und von der nemlichen Gröfse, als die der obengedachten Pappenscheibe war. Wie grofs ist aber die Distanz dieser beyden Flächen dem Wege nach, den das zu Leitende zwischen beyden durch den Körper zu nehmen hat? — Wenigstens 5 Fufs, d. i. $5 \times 12 \times 12 = 720$ Linien. Der leitende Cylinder, der demnach zwischen die Pole der Batterie tritt, ist also bey grofsen Grundflächen 720 mal höher, als jene Pappenscheibe. Wir setzen der gröfsern Breite wegen, die dieser Cylinder von Leitungssphäre innerhalb des Körpers erlangen könnte, die Höhe desselben, und den Grad der Verminderung der Leitung dadurch, (nach dem was oben da war), auf die Hälfte, ja auf das Drittheil herab. Nun leiten zwar thierische Masse und Flüssigkeit ausgemacht besser, als andere äufsere Flüssigkeiten, ja auch wohl als selbst Kochsalzauflösung: aber dürfen wir glauben, dafs eine Säule thierischer Substanz von 2 Zoll Basis und 240 Linien Höhe, auch nur die Hälfte, nur den vierten Theil so gut leite, als eine kochsalznasse Pappe von 2 Zoll Basis und 1 Linie Höhe? — So viel hat noch kein Versuch ausgesagt.

Und doch brauchten wir schon unter diesen Umständen 8 Zoll solcher Fläche an jeder Hand, um denjenigen Schlag zu erhalten, den wir erhalten müßten, wenn wir uns jener kochsalznassen Pappe von 1 Linie Höhe gleich gesetzt hätten. Wir erinnern uns jetzt weiter daran zurück, daß dieser Grad von Befeuchtung der Oberhaut (oder dessen, was mit ihr irgend gleiche Rolle spielen kann), nur eine Voraussetzung war, der wir wohl in keinem Versuch gleich kommen möchten. Wir bedenken, daß die beste Befeuchtung, die wir veranstalten können, vielleicht höchstens den vierten Theil jener geforderten ausmachen könne, und daß sie in einer Menge Fällen, die wir nichts desto weniger schon für gut halten, nur den 8ten, den 16ten, ja nur den 32ten Theil jener betragen möge, und wir kommen zurück auf 64, 128, 256 Quadratzoll nöthiger Fläche an jeder Hand....., um mit jener kochsalznassen Pappe zu gleichem Werthe zu kommen. Wir hätten also zusammen schon gegen $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$, ja $\frac{1}{4}$ der ganzen Oberfläche unsers Körpers nöthig, um die geforderten Flächen in den Versuch zu liefern; Fälle, denen sich so leicht wohl noch niemand unterzogen hat. Auch haben wir den Grad der Leitung, als Folge eines entsprechenden der Befeuchtung, im Obigen keinesweges etwan zu niedrig angesetzt. Denn der übrige Theil der Oberhaut sey noch so durchfeuchtet: wenn noch eine Schicht von $\frac{1}{100}$ Linie Stärke, es minder ist, so wird diese Kleinigkeit das Bestimmendere werden, und alle übrigen Schichten, die es in höherem Grade sind, werden um so viel, als sie nach Abzug des widrigen Einflusses ihrer Längen, es höher sind, wie jene, für das Gesamte gleichsam verloren seyn; das nemliche gilt von der an und für sich

schon besser, als alle Grade der äußern Befeuchtung, leitenden inneren warmer organischen Masse. Ist nun gar noch, zwischen den feuchten Oberflächen des Körpers und den Polen der Batterie, eine Menge Flüssigkeit von gleicher oder minderer Breite als jene Oberflächen, und dabey nicht höherem Grade der Leitungsfähigkeit, als dessen jener am mindesten durchfeuchteten, Schichte der Oberhaut, vorhanden, so ist man von dem Fall, mit einer, der jener kochsalznassen Pappenscheibe gleichen Leitung, in der Kette der Batterie gegenwärtig, und somit der ganzen Stärke des Schlags, die damit gegeben ist, ausgesetzt zu seyn, nur noch leichter und noch mehr entfernt.

Man sieht somit, wie weit man ohngefähr in der Kunst, Galvanische Batterien auf ihre ganze Kraft zu benutzen, gekommen ist. Man bemerkt, daß man in dieser Hinsicht fast beständig nur mit Theilen von ihr zu thun gehabt hat; daß man noch weit bis zur gänzlichen Verwendung derselben in irgend einem Versuch dieser Art zu gehen hat, deren Erfolg von einer Größe ist, die unsere anfängliche Erwartung übersteigen muß; daß es aber dem ohngeachtet eine Grenze gebe, an der die Kunst, sie ganz in die Oekonomie des Versuchs hereinzuziehen, so gut wie still zu stehen habe,—denn die kleine Größe, um die das Resultat zuletzt einzig noch dadurch zu steigern wäre, daß man, nachdem man sich in Hinsicht des Totalmoments der Leitungsfähigkeit mit der kochsalznassen Pappe von 2 Zoll Basis und 1 Linie Höhe auf gleichen Werth gesetzt hat, endlich noch sich einer ähnlichen, aber von unendlich kleiner Höhe gleich setzen wollte, welches ohnehin bis ins Unendliche nicht zu erreichen wäre, ist weiter oben

bereits in ihrer ganzen Geringfügigkeit dargestellt worden; — welches man denn, zum Trost für den, der welchen nöthig hat, allenfalls auch noch auf den Verlust des Betrags einiger Pappenscheiben, um den man etwa noch von dem, was vorhin als möglich zu erreichen, angegeben wurde, einst entfernt bleiben sollte, anwenden kann. Wir nur durften hier, der Auseinandersetzung wegen für ein und allemal, nichts übergehen.

Wir setzten vorhin eine Batterie bestimmter Gröfse zu unserm Vorhaben fest. Man muß aber schon aus dem Angeführten gesehen haben, daß die Resultate unserer Untersuchung sich mit Regeln, deren Gesetz sich ebenfalls schon verrathen mußte, auf alle und jede mögliche Battereien müssen übertragen und anwenden lassen. Fälle dieser Art sind z. B. Battereien der nemlichen Gröfse und Composition, wie die von uns vorhin gebrauchten, nur mit blofs halb, oder um einen andern größern oder kleinern Theil des Ganzen dünneren Pappen; Battereien der nemlichen Schichtungsanzahl, aber mit noch ein, zwey, oder um irgend ein Mehrfaches größeren Platten und Pappen; Battereien dieser oder jener Art, aber mit besser als Kochsalzauflösung leitender Flüssigkeit, wie Salmiakauflösung, Lacmusaufgufs, Galle, und dergleichen; Battereien der einen oder der andern Art mit größerer Schichtungsanzahl als 100, z. B. 200, 400, 600, u. s. f. — Alle diese fordern zur Erschöpfung ihrer Capacität mehr oder weniger größere Leitungsmomente des die Pole verbindenden Zwischengliedes, bey allen wird es noch schwerer als bey den vorigen, sich jener, durch Vergrößerung der letzteren in gleichem Verhältniß, zu nähern. Nur daß,

was die Batterie mit um vieles breiteren Platten und Pappen betrifft, für die Grenzen, in die die Vergrößerung ihrer eignen Capacität mit der Vergrößerung ihres räumlichen Umfangs etwa selbst wieder eingeschlossen seyn möchte, oder etwa auch nicht, bisher noch von niemand etwas Festes ausgemacht worden ist, obgleich wir auch in dieser Hinsicht eine Auseinandersetzung für die Folge und ihren Ort von ähnlicher Strenge und Leichtigkeit, als die vorhin für etwas anderes geführte, versprechen wollen; bis wohin wir daher, um nicht zu viel anticipiren zu müssen, das Weitere, was uns daraus für diesen Ort noch angehen könnte, versparen. — Was die Anwendung des Vorigen auf Batterien, bey denen alle Bedingungen, Statt wie bey denen vorhin vergrößert zu seyn, vermindert sind, betrifft, so ist sie gleichfalls nun so leicht, daß ihrer gar nicht erst weiter erwähnt zu werden braucht.

Man darf nur, daß ich es mit wenig andern Worten wiederhole, überhaupt, als leitendes Princip bey allen Betrachtungen oder gleichsam Berechnungen dieser Art, nie vergessen, die gesammte Masse, die sich zu irgend einer Wirkung zwischen den beyden Polen der Batterie befindet, so mannichfach sie auch sey, auf eben so viele Cylinder (oder Säulen) zu reduciren, als ihre Verschiedenheit befiehlt, diese dann nach dem, was gleich zu Anfang oben über die Eigenschaften solcher Cylinder angeführt wurde, einzeln zu überschlagen, ihre Werthe nach deren Graden zu ordnen, und aus der Sphäre des niedersten verglichen mit denen der höheren, mit dem Grade der Möglichkeit einer Leitungscommunication mit der Batterie durch letztere, zugleich für ihn, den ersteren, den der eignen Durchleitungsfähig-

keit, in sofern er mit dem erfordert werdenden Maximum einer solchen für den gerade gegenwärtigen Fall in einem gewissen Verhältniß steht, und den Ausdruck seiner durch den dieses Verhältnisses selbst, herauszufinden. Man wird dafür das Vergnügen haben, sich nicht allein alles, um was bisher die Frage war, jedesmal aufs Bestimmteste weiter beantworten zu können, sondern noch überdies eine Menge Fälle erklärt zu finden, die außerdem, aufs bloße Gerathewohl verfahren, in unendliche Schwierigkeiten zu verwickeln, im Stande wären. Als Beyspiel rechne ich hieher den Erfolg von Versuchen der Art, wie sie Volta in seinem Briefe an Banks §. 21. und 25. beschreibt, und der anderweitigen Abänderungen, deren dieselben fähig, und zur genauern Kenntniß des Ganzen, selbst benöthigt sind.

Volta giebt a. a. O. ein Verfahren an, den Schlag der Batterie bey gleichbleibender Gröfse und Wirksamkeit derselben, (sofern letztere durch die Batterie selbst begründet ist), ja was die Hauptsache ist, bey gleichbleibender sehr starker Communicationsfläche des mit dem einen Pol der Batterie zur Erhaltung des Schlags in Verbindung gesetzten einen Theils des Körpers, für dessen seine sehr eingeschränkte Berührungsstelle mit jener, zu einem Grad von Intensität zu steigern, der eine Höhe erreichen kann, die bis in völlige Unausstehlichkeit des Schlages für diesen Theil oder dessen Stelle übergehen kann. Das Verfahren selbst, weiter aus einander gesetzt, ist kein anderes, als: bey gleichbleibender, zur Berührung des Batteriepols oder der Verbindung mit ihm, bestimmter Stelle des einen Theils des Körpers, (an der Stirn, am Auge, an der Nase, der Zunge, u. s. w.) die Verbindungsstelle oder Fläche des an-

dern mit dem andern Pol der Batterie in Verbindung
 kommenden Theils des Körpers nach Willkühr bis ins
 Unbedingte hinaus zu vergrößern. Gewöhnlich fühlt
 dieser andere Theil des Körpers hierbey nur dann
 selbst auch den Schlag merklich und merklicher mit, je
 geringer der Unterschied der Größen der Verbindungsflä-
 chen beyder mit der Batterie von einander ist, also nur
 bey den minderen Graden des Schlages für den ersten
 Theil mit bleibender kleinerer Verbindungsfläche, und
 somit am merklichsten, stärksten, wenn die Verbin-
 dungsfläche des andern eben so klein, als die des
 ersten ist, — das Leitungsmoment.... beyder Flä-
 chen gleichgesetzt. Je größer der Unterschied nach und
 nach wird, in den man beyde setzt, desto schwächer
 wird dann auch die Empfindung des Schlages für den
 andern seyn, indess die dessen am ersten immer
 mehr wächst, und bald wird die dessen am andern
 ganz wegfallen, während die dessen am ersten nur
 immer mehr wächst und während ihrem Wachsen die
 Unmöglichkeit einer Empfindung desselben am ersten
 nur immer mehr erhöht. Man kann, wenn die Form
 oder Lage des genannten ersten Theils es zuläßt, in-
 dem z. B. eine Stelle an der Hand dieser erste Theil
 ist, den Schlag für den andern, etwa für die andere
 Hand, von neuem der Eintretbarkeit der Empfindung
 eines Schlages in ihm nähern, sie sodann wirklich ein-
 tretend machen, und letzteren endlich selbst wieder
 bis zu einem Maximum steigern, was durch das Ver-
 hältniß des möglich zu machenden Totalmoments der
 Leitung der ganzen Masse zwischen beyden Polen der
 Batterie zu demjenigen absoluten Moment derselben,
 welches für die zum Versuch gebrauchte Batterie be-

stimmter Gröfse eine unendlich gute Leitung herbeyführen würde, gegeben ist, wenn man, indem man nun die vorher immer vergrößerte Communicationsfläche des andern Theils mit der Batterie wieder unverändert dieselbe bleiben läßt, Statt ihrer jetzt fortdauernd die Communicationsfläche des vorigen ersten Theils mit derselben vergrößert, bis sie zuletzt endlich der des andern gleich kommt. Es fängt hierbey abermals der Schlag im andern Theile sich zu zeigen an im Verhältnifs, als die Communicationssphäre des ersten mit der Batterie sich der des andern mit ihr nähert, im ersten Theile hingegen fällt in demselben Verhältnifs die Unausstehlichkeit des Schlages, ob seine absolute Gröfse für ihn gleichwohl ebenfalls ein Steigen beobachtet: aber diese absolute wirft sich nicht mehr wie vor auf eine so eingeschränkte Stelle des Theils; es theilen sich gleichsam immer mehrere in ihn; die absolute Gröfse nimmt zu, aber die dazu erforderliche Vergrößerung steigt in einem gröfseren Verhältnifs; denn sollte sie in einem nicht gröfseren steigen, so müfste bey der anfänglich sehr kleinen der Schlag schon nicht absolut gröfser gewesen seyn, als zu der Zeit, wo der andere Theil ebenfalls noch in einer eben so kleinen Sphäre mit dem andern Pol der Batterie verbunden war. — Man sieht von selbst, wie man von neuem die Berührungsfläche des genannten ersten Theils, über die des andern mit der Batterie erheben kann, dann eben so wieder die dadurch zurückgesetzte des andern über die des ersten, u. s. w., bis endlich das Eintreffen an derjenigen Grenze, die wir weiter oben für das Maximum absoluter Gröfse für jeden gegebenen Fall von Batterien aufgezeigt haben, allem weiteren Fortgehen

nach dieser Weise in sofern gleichfalls Grenze setzen würde, als von nun an das Nachwachsen der absoluten Schlaggröfse aufhörte, und man, mit allen folgenden Aenderungen der Extensitäten, die mit den Berührungsflächen gegeben sind, blofs die Empfindlichkeit des Schlags, und nur für den einen Theil, den, dessen Berührungsfläche man vergrößerte, schwächte, ohne dafs diesem eine Stärkung der Schlagempfindlichkeit für den andern Theil, den, dessen Berührungsfläche man während dessen unverändert liefs, entspräche. — Man versteht, wie auf diesem Wege, wenn sonst die Erschöpflichkeit der Capacität der Batterie nahe genug läge, um in die Schranken der Capacität unseres Versuchs einzugehen, man endlich selbst dahin gelangen können müfste, die Intensität des Schlages für eine bestimmte Stelle der Berührungsfläche, und damit für das Nebeneinander der ganzen Summe der in ihr begriffenen solchen, durch Vergrößerung dieser Fläche so weit zu verdünnen, dafs sie endlich auf diejenige zurückkäme, mit der die Action einer einzelnen Kette den befeuchteten Händen z. B., in deren einer man den Zink, in der andern das Silber hält, und beyde Metalle in Verbindung bringt, gegenwärtig wird, die aber so schwach ist, dafs man, aufser unter ganz besondern Vorrichtungen dazu, die aber schon wieder die Intensität der Action für gegebene Stellen auf Kosten anderer erhöhen, nichts von Schlag und einer Empfindung desselben verspüren kann; wie man diese Aufhebung aller Empfindung des Schlages durch immer weitere Schwächung der Intensität, bey demohngeachtet beständig gleichbleibender absoluter Schlaggröfse, bald auf einer, bald auf der andern Seite der Batterie, und dem ihr entgegneten Theil des

Körpers, bald auf beyden zugleich, müsse vornehmen, und man so selbst das Maximum von Action einer Batterie von schon in Bezug auf die einzelne Kette nicht unbedeutender Größe für den Grad unserer eigenen Fähigkeit, von aussen verursachte Vorgänge in uns zu bemerken, völlig unbemerktbar machen könne. Eine Betrachtung, die nebenbey über die Grenzen unserer Wahrnehmungsfähigkeit, wie über die damit, in Bezug auf das, was uns ganze Batterien bemerken lassen, gegebene Armuth an subjectiven Beobachtungen über Wirksamkeit der einzelnen Kette auf uns, sehr befriedigende Aufschlüsse geben kann.

Ich zeige auf, wie die Erklärung dieser Erscheinungen, so wie sie theils Statt haben, theils bey weiteren Versuchen, dem Stattgehabten zu Folge, es ebenfalls haben würden, sich, wie oben versichert wurde, aus dem ergiebt, was bereits da war. Der einfache Fall, mit dem wir anfangen, war: geringer Schlag mit correspondirender Stärke in zweyen Theilen des Körpers oder Stellen an ihm, die, den Grad der Befeuchtung und das übrige dazu gehörige gleich und ersteren so gut wie möglich gesetzt, mit den beyden Polen der Batterie in gleichen aber sehr kleinen Flächen in Verbindung kommen. Die zusammengesetzteren folgenden waren jederzeit solche, wo der Schlag und dessen Empfindung auf der einen Seite, die wir *A* nennen wollen, und deren Verbindungsfläche mit der Batterie den Versuch hindurch dieselbe blieb, wuchs, während auf der anderen Seite *B* bey fortgehender Vergrößerung der Berührungsfläche die Empfindung des Schlags sehr bald abnahm und endlich ganz verschwand. Die Grenze, bey der es anders wurde, wird

sich mit diesem Anderswerden an ihr von selbst erklären, wenn wir erst jene Vorgänge erklärt haben; sie vergessen wir daher hier ganz und fassen jene allein in ein schärferes Auge. Wir erinnern uns für sie an das nemliche, was wir oben als leitendes Princip zur Lösung auch der verwickeltsten Fälle selbst angerathen haben. Man sehe nach. — Das Massencontinuum, was zwischen die beyden Pole der Batterie tritt, ist der Körper des Experimentators selbst, und wir lassen zur Zeit alle äusseren übrigen Zuleitungen, wie durch Gefässe mit Wasser, und dergleichen, als aufserwesentliche Bedingung, weg. Am Körper haben wir in Rechnung zu ziehen: 1) das Continuum der innern organischen Masse selbst, $= C$; 2) diejenigen Stellen der befeuchteten Oberhaut zu beyden Seiten, die mit den Polen der Batterie in Conflict kommen, A und B . Wir setzen, um Gleichheit zu haben, für A und B die beyden Hände oder gleichnamige Stellen an ihnen. Das Continuum der innern Masse giebt bey der Beduction den Cylinder wieder, dem wir oben 60 Zoll Höhe und eine Basis gaben, die der gleicht, mit der er jedesmal in den Versuch eingeht. Wegen der Ausbreitung, die die Leitung inwendig nehmen kann, setzten wir die Höhe auf 20 Zoll herab. Die jedesmalige Basis dieses Cylinders wird durch die Grösse der Flächen bestimmt seyn, durch die A und B mit der Batterie communiciren. Denn wie letztere auch leiten, so wird das Geleitete den Cylinder C doch beständig in einer Fläche fassen, die der gleicht, aus welcher das Geleitete sich in ihn ergofs; aber C grenzt mit A , wie mit B . A sey $\frac{9}{16}$ Quadratlinien groß und B ebenfalls. Der schwache Schlag correspondirt sich zu beyden Seiten. A bleibe,

und B werde gröfser. Es sey B gleich $1\frac{1}{8}$, darauf $2\frac{1}{4}$, dann $4\frac{1}{2}$, 9, 18, 36, 72, 144, 288, 576, 1152, 2304, und endlich 4608 Quadratlinien grofs. Der Schlag von A wird stärker und immer empfindlicher, der an B wird schwächer, minder empfindlich, endlich verschwindet er ganz. Was thun wir aber mit allen diesen Vergröfserungen B 's? — Wir nähern die Hälfte des Cylinders $B + C + A$, von B ausgegangen, immer mehr dem Maximum der für die eben gegenwärtige Batterie erforderlichen Leitung. Denn 4608 Quadratlinien sind gleich 32 Quadratzoll, mit dieser ist (s. oben) die Oberhaut B gleich einem 8 Quadratzoll breiten Cylinder innerer organischer Masse C von gleicher Höhe (Dicke) mit B . Aber wir setzten oben, dafs dies die Breite des Cylinders C etwa seyn möchte, in der er, durchgängig derselben, einer kochsalznassen Pappe von 2 Zoll Breite und 1 Linie Höhe gleich leitete, und wir fanden, wie sehr wenig diese Leitung von der besten, die zwischen beyden Polen der Batterie möglich war, an Werth noch verschieden sey. Was haben wir also mit aller Vergröfserung B 's anders gethan, als dafs wir die Hälfte des ganzen Cylinders $B + C + A$ auf das Maximum der Leitung zurückgebracht oder ihm so genähert haben, dafs sie mit demselben ohne einen merklichen Fehler gleich betrachtet werden kann. Wir haben damit also die vorherige Leitungscapacität des Ganzen endlich noch einmal so grofs gesetzt, als vorher. $B + \frac{1}{2} C$ ist aus dem Ganzen in Hinsicht seines Leitungshindernisses so gut wie völlig weggenommen. Es ist blofs die andere Hälfte dessen, $\frac{1}{2} C + A$, übrig geblieben, und alle Vergröfserungen von B bis zu 32 Quadratzoll waren,

nichts, als die Uebergänge dazu. Was folgt hieraus? — Die absolute Schlaggröfse verhält sich wie das Totalmoment gegenwärtiger Leitung, dieses aber ist geradezu noch einmal so grofs geworden, folglich auch jene. Ferner: die Empfindlichkeit des Schlags für eine bestimmte Stelle verhält sich bey ihrer gleichen Extensität, wie die Intensität desselben. Aus beyden aber ist die absolute Schlaggröfse zusammengesetzt, die relative also, $\equiv$ der Empfindlichkeit des Schlages, verhielt sich daher wie diese Intensität, und stieg mit ihr für B , und wurde zuletzt ebenfalls noch einmal so grofs; für A hingegen mußte sie fallen, wie die Extensität zunahm, und endlich auf diejenige Schwäche zurückkommen, bey der sie sich der Wahrnehmung durchs Gefühl entzieht. Es wird beydes dasselbe seyn, wenn wir von $1\frac{1}{8}$, $2\frac{1}{4}$, $4\frac{1}{2}$, 9, 18 Quadratlinien Fläche für $A \equiv B$, u. s. w., oder von welcher beliebigen es auch sey, ausgehen. Denn es bleibt für jeden dieser Fälle dabey, dafs die Vergrößerung der einen Fläche über die andere, B 's über A , oder A 's über B , nichts zu thun strebt, als die Hälfte des anfänglich zugegebenen Leitungscylinders, soviel sie damit zugleich Verhinderung der absolut besten Leitung ist, aus der Versuchssphäre wegzuschaffen, und damit für jeden der Fälle die anfängliche absolute Schlaggröfse auf die doppelte zu bringen, u. s. w. Die letzte Gröfse selbst, auf welche die absolute Schlagstärke und damit die Intensität $\equiv$ Empfindlichkeit des Schlags selbst, für A , (wenn B die vergrößerte Fläche ist, oder für B , wenn A es ist,) welche eine mit der andern jederzeit die Hälfte der ersten ist, wird sich für verschiedene Ausgangsfälle jederzeit verhalten müssen, wie die Fläche A 's

im kleinern Fall zu der desselben im größeren; denn diese Flächen bestimmen durch ihre Gröfse das Totalmoment der Leitung, und mit größeren ist ein größeres, und damit größere absolute Schlagstärke, u. s. w., gegeben *). — Es ist jetzt klar, was bey der Nachvergrößerung dieser vorhin auf ihrer Gröfse stehen gebliebenen Fläche A , nachdem B ihr vorausgegangen war, jetzt aber das stehen bleibende ist, geschehen müsse. B sey vorher bey dem Maximum der Leitungssetzung für $B + \frac{1}{2} C$ angekommen. Was sind alle Nachvergrößerungen A 's, als die Uebergänge dazu, $\frac{1}{2} C + A$ ebenfalls auf dies Maximum der Leitungssetzung herauf zu bringen? — Nur daß der Erfolg davon nothwendig ein unbeziehbar größerer ist, als bey dem Steigern der einen Fläche allein. Vorhin, wie B die größtmögliche Extensität erreicht hatte, konnte der Schlag für A nur der doppelte seyn von dem, wo B eben so klein wie A war. Sie seyen zu dieser Zeit beyde $\frac{9}{16}$ Linien groß gewesen, so glich der Schlag für A zu jener demselbigen, den es erhalten haben würde, wenn B wieder $= A$; aber jede noch einmal so groß, wie vorhin, d. i., $1\frac{1}{8}$ Linien gewesen wäre. Durch die mögliche Vergrößerung B 's, während A still stand, aber, wurde die ganze in Betrachtung zu ziehende leitende Masse auf die Hälfte zurückgesetzt. Wird daher jetzt A , während B 32 Zoll groß ist, von $\frac{9}{16}$ Linie zu $1\frac{1}{8}$ Linie vergrößert, so wird diese Vergrößerung A 's zum

*) Das Obige dient übrigens u. a. auch zur Berichtigung dessen, was ich früher in Gilbert's Annalen der Phys. B. VII. St. 4. S. 479. 480. Anmerk. sagte, und erklärt zugleich, wie ich zu dem, was dort irrig ist, kommen konnte.

doppelten nicht bloß nur die doppelte Schlaggröfse, sondern die vierfache derjenigen zur Folge haben müssen, die A hatte, als es noch $\frac{9}{16}$, und $B = A$, war; bey $2\frac{1}{4}$ Linien wird es bereits die 8 fache, bey $4\frac{1}{2}$ die 16 fache, bey 9 die 32 fache jener, u. s. w., haben: kurz, auf jeder Stufe wird die absolute Schlaggröfse noch einmal so grofs seyn, als diejenige, die vorhanden wäre, wenn B auch nur so grofs, als A eben, (mithin auf jeder Stufe eine viermal so grofse, als die, die auf der vorhergehenden da gewesen wäre, wenn B ebenfalls auch nur so grofs, als A auf dieser vorigen), gewesen wäre; welches mit dem vorigen aufs beste zusammenstimmt. Man sieht, wie der Erfolg der Nachvergröfserung A 's bey der Vergröfserung desselben vom Einfachen zum bloß Doppelten, z. B. von $\frac{9}{16}$ zu $1\frac{1}{8}$ Linien, schon ganz dem gleicht und gleichen mufs, den vorhin, bey stehen bleibendem A ($= \frac{9}{16}$ Linien), B durch die ganze Vergröfserung von $\frac{9}{16}$ bis zu 4608 Linien, also (für diesen Fall) vom Einfachen bis zum Achttausendeinhundertzweyundachtzigfachen, herbeygeführt wurde, welcher erste Erfolg allerdings ein unbeziehbar gröfserer, als der letztere ist, ohne dafs jedoch der eine nicht eben so natürlich und begreiflich, als der andere, wäre. — Was aus dem Gesagten für die Intensität oder den Grad, mit dem der Schlag an einer bestimmten Stelle in A hierbey empfunden wird, wie über das allmälige Wiedererscheinen der Schlagempfindlichkeit in dem 32 Zoll grofsen B während der Nachvergröfserung A 's, und der völligen Correspondenz zuletzt mit der in A , bey $A = B$, so wie endlich noch über das Resultat aller möglichen Versuchsfälle, die zwischen die Extreme,

die wir beständig im Auge hatten, fallen, und zwischen denselben aufs unendlich mannichfaltigste spielen können, hervorgeht, ist nunmehr aus demselben so leicht zu entwickeln, daß wir Unrecht thun würden, uns noch dabey aufzuhalten. So erinnern wir uns auch nur kurz noch an die Grenze zurück, die wir oben mit Fleiß einstweilen bey Seite setzten, vor der es aber hieß, daß es da „anders würde.“ Es ist dies diejenige, wo A und B so weit vergrößert sind, daß die ganze Masse $A + C + B$ der bestmöglichen Leitung bis auf ein Unendliches nahe, für uns daher so gut wie völlig, gleich, gekommen ist. Würde hier, während A auf seiner GröÙe stehen bliebe, B fortvergrößert, so würde begreiflich, da kein Nachwachsen der absoluten SchlaggröÙe mehr möglich ist, für A nicht die mindeste Vergrößerung der Schlagempfindlichkeit mehr zu bewirken seyn, und so würde auch in B für eine bestimmte Stelle in ihm, dieselbige bloß im geraden Verhältniß der Flächenvergrößerung geschwächt werden, Statt daß vor der Ankunft an jener Grenze sie für die nemliche Stelle beständig dieselbige blieb, da in demselben Verhältniß, als sie der bloßen gröÙern Extensität zu Folge gleichfalls hätte geschwächt werden sollen, die absolute SchlaggröÙe noch nachwachsen konnte; eine Bemerkung, die schon zu denjenigen gehört, die eine Seite zurück zu den von selbst aus dem Dagewesenen sich ergebenden gerechnet wurde. U. s. w. — Hat übrigens jemand vergessen, daß wir mit aller GröÙsenbestimmung durch Zahlen bloß abstracte Formeln vermeiden wollten, die die Deutlichkeit des Ganzen nur verzögert haben würden, so wird es bloß seine Schuld seyn, wenn er in dem, was zu groß oder zu klein angegeben seyn sollte, nichts als ge-

rade die directe Bestätigung von dem wiederfindet, was wir weiter oben von der Relativität dieser Angaben selbst gesagt haben, die Statt finden kann, ohne dafs, was wir, als Gesetz der Aenderungen und Verhältnisse dieser Gröfsen zu einander ebenfalls in Zahlen anzugeben hatten, durch jene Relativität auch nur im mindesten litte, eine Erklärung, die dem Aufmerksameren ohnehin schon als eine überflüssige vorkommen wird.

Wir haben im Bisherigen zur Erläuterung der Volta'schen Versuche (dessen Br. an B. §. 21. u. 25.) zunächst den Fall gewählt, wo gleichnamige Theile des Körpers, z. B. die Hände, die Stellen hergeben, deren Begebnisse wir unter *A* und *B* abhandelten. Volta wählt aber vorzüglich ungleichnamige zum Versuch, und wir haben über den Vortheil daraus, noch einige Worte nachzuholen. Weswegen uns oben die Gleichnamigkeit von Wichtigkeit war, war blofs wegen der gleichen Beschaffenheit der Oberhaut an denselben. Was wir anführten, galt von jeden zwey Stellen des Körpers, wo diese gleich stark und gleich gut angefeuchtet war. Wählt Volta aber zu *B*, d. i., der gröfseren Fläche, die Hand, zu *A* hingegen die Zunge, die Nase u. s. w., so ist offenbar an diesen letzten Theilen die Oberhaut weit dünner, und weit leichter sehr stark zu durchfeuchten, als an *B*; *A* mufs daher bey gleichen Flächen ein weit besserer Leiter seyn, als *B*. Vergl. oben. Gleiche Leitungsgrade beyder werden erst dann Statt haben, wenn die Fläche *A* zu *B* sich verhält, wie die Leitungsgrade gleichgrofser Flächen an *A* und *B* umgekehrt. *A* leite bey gleicher Fläche mit *B* z. B. dreymal so gut,

wie *B*. Was folgt? — *A* sey $\frac{9}{12}$ Linien breit, so wird bey $B = 32$ Zoll die absolute Schlaggröfse in *A* dreymal so groß seyn, als wenn *A* bey derselben Breite eine Stelle der Hand wäre. Die Empfindlichkeit des Schlages wird daher dreymal größer seyn, als für dieselbe Stelle im letztern Fall. Ferner: es sey $A = \frac{9}{12}$ Linien, *B* hingegen $= 1\frac{1}{12}$ Linien, und der Schlag ein bestimmter; hernach würde *B* zu 32 Zoll vergrößert. Der Schlag, den *A* zuerst erhielte, wäre um die Hälfte größer, als der, den es erhielte, wenn es eine gleichnamige Stelle mit *B* wäre, der folgende Schlag aber wäre sechsmal größer, als dieser, oder viermal größer als der erste. Die Regel für die Zwischenfälle ergiebt sich von selbst. Ferner: *A* würde, wenn es möglich wäre, bis dahin vergrößert, wo es mit $B = 32$ Zoll zu gleichem Werth käme. Es wären dazu für *A* nur $10\frac{2}{3}$ Zoll nöthig, und die dadurch erreichte absolute Schlaggröfse stünde zu der anfänglichen in einem um 4 geringeren Verhältniß, da sie, *A* von der nemlichen Art wie *B*, und erst bey 32 Zoll, in einem um gar nichts geringeren Verhältniß zur anfänglichen gestanden hätte. Auch hier ergiebt sich die Regel für die Zwischenfälle von selbst. Man sieht überhaupt von selbst, was das Resultat für jeden Fall seyn müsse, wo die Leitungen von *A* und *B* in einem kleinern oder größern Unterschiede zu einander, als der hier gesetzte, stehen, und wird vollends die Energie des Erfolgs in den Versuchen Volta'scher Art begreifen, wenn man sich erinnert, daß das Verhältniß der Leitung der Oberhaut in der Hand *B* zu dem der innern Masse des Körpers bey gleichförmigem Volum, welches in dem Vorigen vorausgesetzt wurde, das von 1:4, schon eben als ein für die Hand

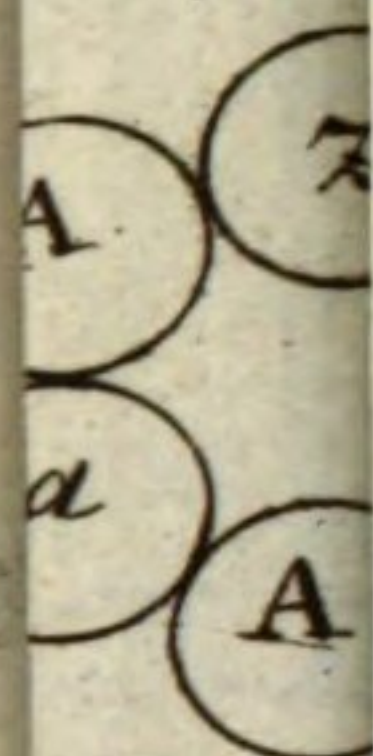
z. B. sehr schwer, im wirklichen Versuch vielleicht gar nicht zu erreichendes wahrscheinlich gemacht wurde, daß es also vielleicht gar ein Verhältniß wie 1:6, wie 1:8, u. s. w. ist. Womit denn alles, was damit gegeben ist, besonders für die in diesem Absatz erwähnten Fälle, in einen noch größeren Unterschied tritt von dem in den vorherigen, als in den, der mit der Annahme dessen von 1:4 gegeben war, da noch dazu, in welchem Verhältniß auch die Leitung der Oberfläche der Zunge z. B. zu der der Oberhaut der Hand bey gleichen Flächen stehen mag, das im Vorigen gesetzte, aller sonstigen Wahrscheinlichkeit nach, eher ein und ein beträchtlich kleineres ist, als das wirklich Statt habende. Daß übrigens die Relativität der Zahlbestimmungen auch in diesem §. nichts dazu thun kann, das wahre Gesetz der Erscheinungen, was sie aufzeigen sollten, zu veruntreuen, versteht sich von selbst. —

Ein anderes Beyspiel der Leichtigkeit, mit der das oben zur Lösung noch so verwickelt anscheinender Schlagphänomene empfohlene Princip seine Dienste leistet, gewähren u. a. noch die Fälle, wo, während schon eine Person.... einen Schlag von der Batterie empfing, und noch mit ihr in Verbindung ist, eine zweyte, dritte Person, u. s. w., die sich von neuem auf dieselbe Weise mit den Polen der Batterie in Verbindung setzt, wie die erste, gleichfalls dennoch welche erhalten kann. (Vergl. Gilbert's Annalen der Phys. B. VIII. S. 457. 458.) Man sieht, daß dieser Fall im Grunde wieder der nemliche ist mit dem, wo die Verbindungsflächen *A* und *B* (s. vorhin) auf das Doppelte, Dreyfache, u. s. w., erhoben werden, nur daß, was dort in ein Individuum fiel, hier in verschie-

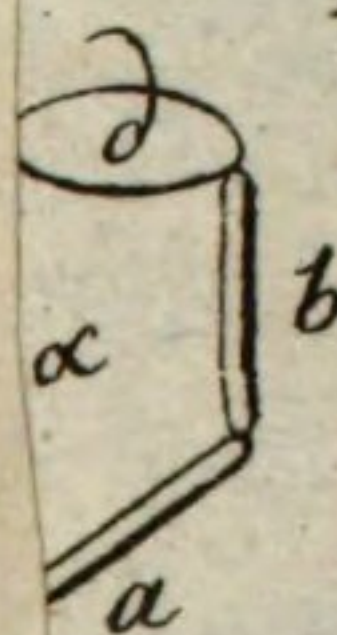
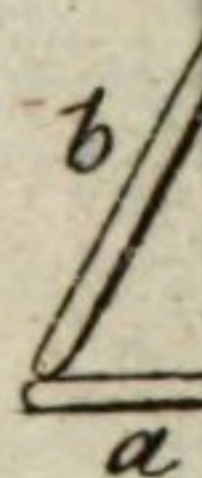
dene vertheilt ist. Selbst die Folgen, die dergleichen mehrfache Setzungen von A und B durch verschiedene folgende Individuen nach den Umständen für die ersten haben müssen, lassen sich aus dem Dagewesenen zur Gnüge ableiten. Wir verweilen uns also jetzt nicht weiter dabey, um so mehr, da der Ausdruck jener Folgen für das Individuum als empfindendes, in der Fortsetzung dieser Untersuchungen ohnehin seine näheren Bestimmungen specieller erhalten, und dazu das ganze Phänomen selbst noch einmal zu vergegenwärtigen seyn wird. —

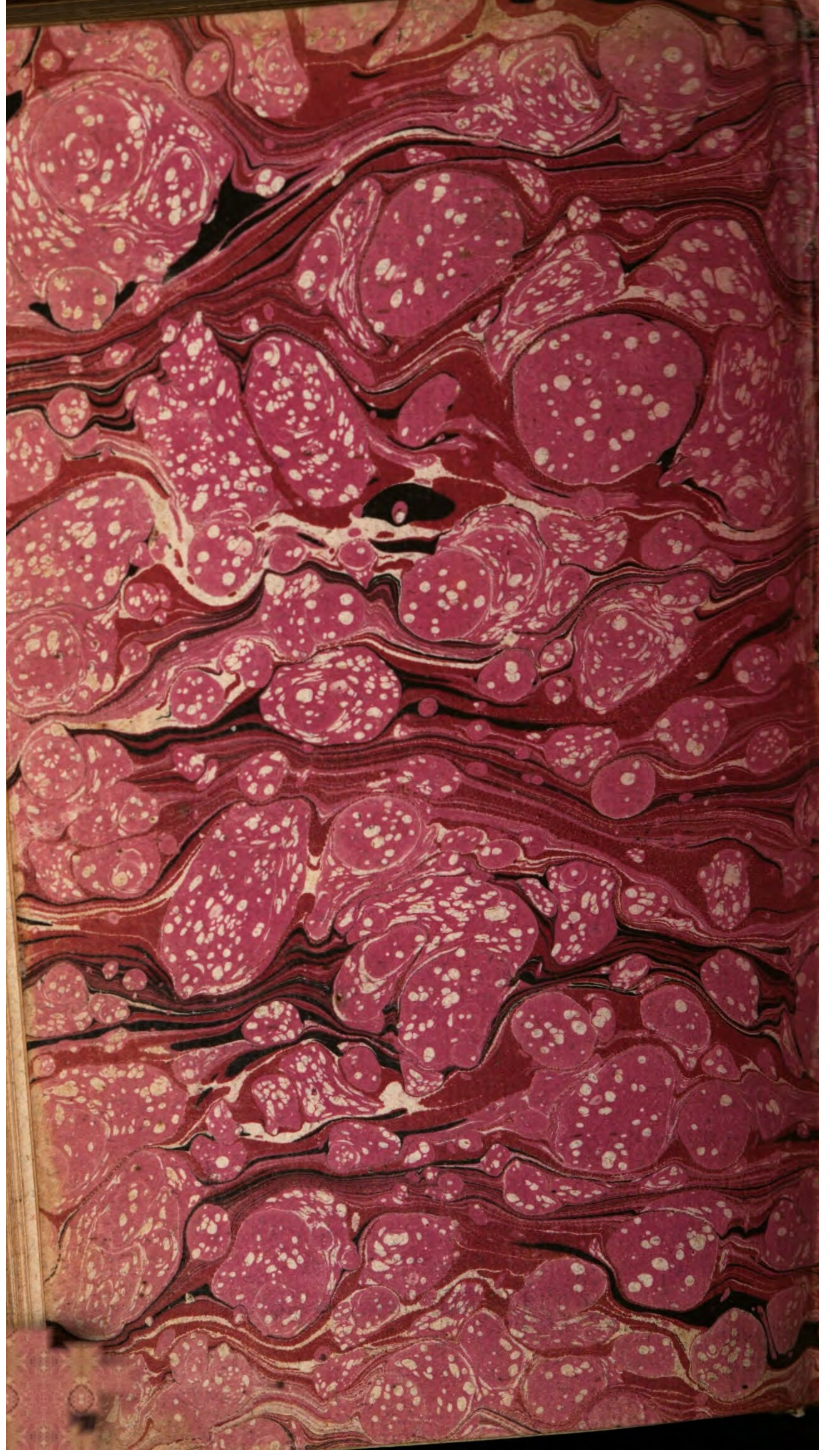
(Die Fortsetzung s. B. II. St. 2.)

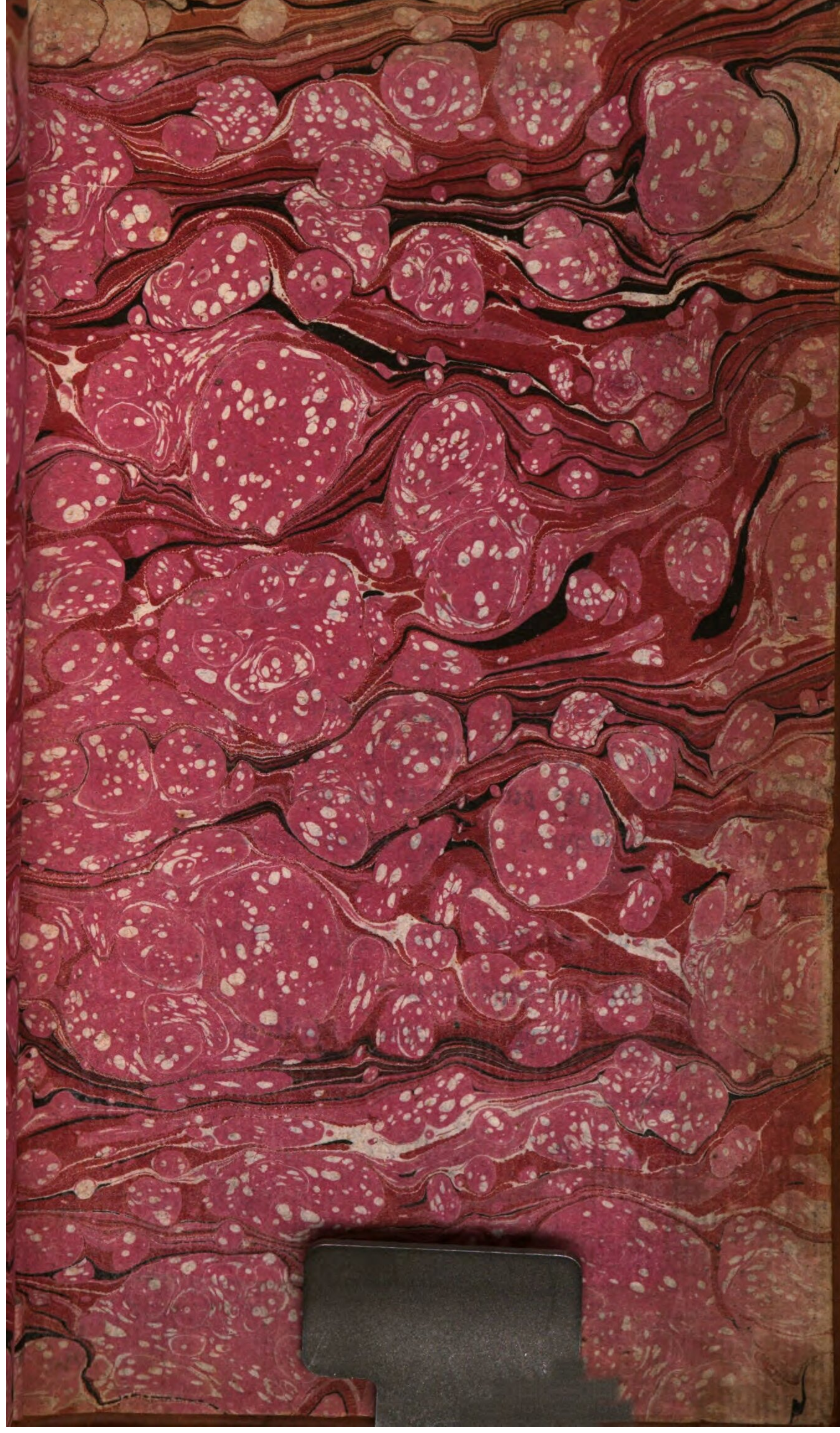
F. 174



F. 18









Ritter, Johann Wilhelm,

Beyträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus und der Resultate seiner
Untersuchung

Bd.: 1,3/4

Jena (1802)

Phys.sp. 569-1,1/4

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10138245-7

VD18 11072016-002